

ANATOMIAI ÉS ÉLETTANI ADATOK

A BOGARAK
MALPIGHI-EDÉNYEI MŰKÖDÉSÉNEK
MEGITÉLÉSÉHEZ

ÍRTA

DR GORKA SÁNDOR

TUDOMÁNY-EGYETEMI ADJUNKTUS,
A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT TITKÁRA

(HÉT TÁBLÁN 22 KÉPPEL)

Ára 4 korona

BUDAPEST

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

1913

A Matematikai és Természettudományi Közleményekből

még kaphatók:

II. kötet. *Pettkó*: Körmöczbánya magassága. — *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphnidák. — *Walland*: Magyarország vízszinmérési térképe. — *Pokorny* után: Magyarország tőzegképletei. — *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. — *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. — *Frivaldszky* Imre: Entomológiai kémleletek. — Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gőzmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. — A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. — A tarnóczyi kővüli fa Nógrádban. — *Hazslinszky*: Imbricariarissalea homoksíkjainkon. — Eperjes viránya stilbosporái. — *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. — *Pettkó*: Magasságmérések. — Meteorológiai észleletek Selmeczbányán 1845—1851. — *Hantken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. — Az ujszóny-pesti Duna s az ujszóny-felhérvár-budai vasút befogta terület földtani leírása. — *Hasenfeld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. — A Perneken talált ásványforrás helyrajza. — *Margó*: Ázalagtani adatok a Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. — *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepcsmegyében 1863. tett természettudományi utazásról. — A szepesi gombák jegyzéke. — *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságmérési viszonyai. — Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Hantken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. — *Schenzl, Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. — *Jellinek*: Budapest középlegmérséklete. — *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. — A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. — Éjszakai Magyarhon lombmohái. — *Molnár*: A rákos-palotai ásványvíz vegyelemzése. — Tokaj-Hegyalja talajának természet- s vegytani tanulmányozása. — *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. — Magyarhoni trachytok vegyelemzése. — *Keller*: Vágújhely viránya. — *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. — Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. — Jelentés az Eugancákban 1865-ben tett földtani utazásáról. — *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. — *Greguss* Gyula: A Dunavíz hőmérséke 1865—1866. — Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepűek (Coleoptera) műszavak magyarázata rövid boncz- és élettani ismertetéssel, 3 táblával. — *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. — *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. — *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. — *Hazslinszky*: Magyarország s társországai moszatviránya. — *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-esztpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. — *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. — *Hunfalvy*: Magyarországi légtüneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. — Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl, Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. — *Hazslinszky*: Beszterczbánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállítva. — *Kalchbrenner*: A szepesi érzékenység növényzeti jelleme. Utazási jelentés. — *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. — *Preis*: Mőlezer György szegedi ásványvizének vegyelemzése. — Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. — *Hazslinszky*: Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. — *Molnár*: A hévizek Buda környékén. — Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félrepűek ismeretéhez. — *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. — *Schenzl és Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. — Ára 1 kor. 40 fillér. — **X. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a sz.-endre-visegrádi Trachyt-hegyesopornak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. — *Feichtinger*: Kraszna megye

ANATOMIAI ÉS ÉLETTANI ADATOK

A BOGARAK
MALPIGHI-EDÉNYEI MŰKÖDÉSÉNEK
MEGITÉLÉSÉHEZ

ÍRTA

DR GORKA SÁNDOR

TUDOMÁNY-EGYETEMI ADJUNKTUS,
A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT TITKÁRA

(HÉT TÁBLÁN 22 KÉPPEL)



BUDAPEST

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

1913

TARTALOM.

	Olda
I. Előszó	5
II. A Gnaptor és a Necrophorus bélcsővének és Malpighi-edényeinek anatómiai szerkezete	7
III. A Malpighi-edények beömlése a bélcsőbe és a közép- és utóbél közti zárókészülék élettani szerepe	13
IV. A Malpighi-edények átvágásának hatása a középbel hámrétegére	26
V. A Malpighi-edények váladékának hatása a középbel működésére	42
A) A Gnaptor és Necrophorus középbelének emésztő működése	42
B) A Malpighi-edények vizes kivonatának hatása a középbel emésztőnedveire	51
C) A Malpighi-edények emésztőnedvei	60
VI. Az utóbél élettani működése és a Malpighi-edények összefüggése az utóbéllel	73
VII. A középbel mozgása és a peritrophicus hártya szerepe mint bizonyíték a Malpighi-edények váladékának a középbelbe való bejutása mellett	83
VIII. A Malpighi-edények szövettani szerkezete	88
IX. A Malpighi-edények viselkedése a testbe fecskendezett festőanyagokkal szemben	100
X. A Malpighi-edények váladéka	110
XI. Vizsgálataim főbb eredményeinek rövid összefoglalása	113
XII. A táblák magyarázata	120
XIII. Irodalom	123

I.

ELŐSZÓ.

Az összes bogaraknál a bélcsővel a legszorosabb összefüggésben állanak a Malpighi-edények, melyek rendszerint a közép- és utóbél határán ömlenek be a bélcsőbe. Már a legrégebbi anatomusok ismerték s helyesen leírták, működésük megítélésében azonban még ma sincs megegyezés. Nincsen olyan főbb része az anyagcserének, melyben idők folyamán ne tulajdonítottak volna nekik jelentős részt. Felszívódást, a felszívott anyag szétoztását a testben, az emésztésre fontos anyagok elválasztását, nitrogéntartalmú bomlástermékek kiválasztását és ezen folyamatok különböző combinatioit tartották hivatásuknak. SCHINDLER¹⁾ vizsgálatai óta ma a legtöbb hívője van annak a nézetnek, hogy a Malpighi-edények különleges húgykiválasztó szervek. Ámde azóta különböző bűvárok számos olyan adatot tettek közzé, mely a Malpighi-edények ilyen egyoldalú megítélésével nem egyeztethető össze. Újabban MÖBUSZ,²⁾ KARAWAIEW³⁾ és e sorok írója⁴⁾ utalt először kellő nyomatékkal arra, hogy a Malpighi-edényeknek a kiválasztó működésen kívül még más élettani szerepe is lehet az anyagforgalomban. Dolgozatom megírása óta kisebb-nagyobb megszakításokkal folytonosan gyűjtöttem az e tárgyra vonatkozó adatokat. Anatómiai és élettani vizsgálatokat végeztem, melyeknek eredményeivel talán sikerül bebizonyítanom, hogy a Malpighi-

¹⁾ Zeitschrift f. wiss. Zool., 30. köt., 1878, 587. lap.

²⁾ Archiv f. Naturgeschichte, 63. évf. 1897, 89—128. lap.

³⁾ Biologisches Centralblatt, 19. köt., 1899, 196. lap.

⁴⁾ GORKA S., Adatok a Coleopterák táplálócsövének morfológiai és physiologiai ismeretéhez. Két tábla rajzzal. Budapest, 1901.

edények nem kizárólagosan kiválasztó szervek. Számos, szerintem, meggyőző adattal bizonyítható a Malpighi-edények sokoldalú és változatos élettani működése. Persze még sok vizsgálónak vállvetett munkásságára, nagyszámú, különböző rendekbe tartozó s egymástól táplálkozás dolgában eltérő rovaron végzett rendszeres élettani vizsgálatokra van szükség, hogy végeredményben oly határozottan megállapítsuk igazi feladatukat, mint a milyen határozottsággal állította annak idején SCHINDLER, hogy »a Malpighi-edények specificus húgykiválasztó szervek« (»Die Malpighi'schen Gefässe sind spezifische Harnorgane«).¹⁾

A Malpighi-edények vizsgálatának történetét bízvást mellőzhetem. A régebbi eredmények összefoglaló ismertetése SCHINDLER művében olvasható, az újabb vizsgálatok irányát és eredményét pedig ismételések elkerülése céljából dolgozatom alkalmas helyén iktatom közbe.

Vizsgálataimat különböző bogarakon, főleg azonban a töviseslábú bűzbogáron (*Gnaptor spinimanus* Pall.) és a *Necrophorus* nembe tartozó temetőbogarakon (*N. humator* Fabr., *N. vespillo* L., *N. mortuorum* Fabr., *N. ruspator* Er. és *Necrodes littoralis* L.) végeztem. Összehasonlítás és részben kiegészítés céljából azonban más rovarok belcsővének és Malpighi-edényeinek anatómiai szerkezetét és élettani működését is tanulmányoztam.

Vizsgálataimat a Kir. Magyar Tudomány-Egyetem állattani és összehasonlító bonczatani intézetében végeztem, melynek igazgatója s tizenkét éven át hivatali főnököm : DR. ENTZ GÉZA, m. kir. udvari tanácsos, egyetemi ny. r. tanár, minden módon igyekezett munkám sikerét biztosítani. Ő volt szíves dolgozatomat 1912. június 17-ikén a Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának is bemutatni. Lekötelező szívességéért fogadja szívesen e helyen is hálás köszönetemet. Egy évtizedet immár meghaladó együttműködésemnek és igaz hálámnak emléke legyen e mű, melyben legjobb tudásom szerint igyekszem sok évi vizsgálataimat összefoglalni.

¹⁾ Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 30. köt., 1878, 658. lap.

II.

A GNAPTOR ÉS A NECROPHORUS BÉLCSÖVÉNEK ÉS MALPIGHI-EDÉNYEINEK ANATOMIAI SZERKEZETE.

A *Gnaptor spinimanus* bélcsöve (I. tábla, 1. rajz) rövid, tölcsérszerű garattal (pharynx) kezdődik, mely külsőleg észrevehető szűkület nélkül, fokozatosan, rövid nyelőcsőbe (oesophagus), majd ez szintén fokozatosan kiszélesedve, harangalakú rágó-, vagy előgyomorba (proventriculus, *r*) megy át. A rágógyomor után a bélcsőnek élettanilag legfontosabb része, az emésztés főhelye, a középbél (chylus-gyomor, mesenteron, *k*) következik, melynek végső részén ömlenek be a Malpighi-edények (*M*). A középbél egyszerű, rendszeren mindenütt egyformán vastag, tágas, símafalú, hengeres cső. Rajta szabad szemmel mirigyes függelékek nem észlelhetők, mikroszkóppal, kereszt- és hosszmetseteken azonban jól láthatók a vakon végződő parányi csöves középbéli mirigyszerű kiemelkedések. A középbél elülső és hátulsó részén gyakran nagyobb tárgulatok vannak. Ezeket úgyszólván minden példányon másutt találjuk s keletkezésüket a táplálóanyagok nagyobb helybeli felhalmozódására vezethetjük vissza. A Malpighi-edények beömlése után következik az utóbél (proctodaeum), melynek hátulsó része feltűnően megduzzad és tágas végbelet (intestinum rectum, *v b*) formál. A bélcső az utolsó potrohgyűrűn (*u sz*) levő végbélnyílásban (*v ny*) végződik.

Az egész bélcső hossza változó; rendszeren négyszer hosszabb a test hosszánál. Huszonhat bélcsövet meg-

mérve, a bélcső részeinek méreteit a következő összeállítás mutatja :

A vizsgált bogarak átlagos hossza	2'13 cm.
Az egész bélcső átlagos hossza	8'19 »
Előbél	hossza 0'74 »
Középbél	» 4'23 »
Utóbél	» 3'22 »

A bélcső részei közül tehát leghosszabb a középbél, mely az egész bélnek több mint fele. Tekintélyes nagyságú az utóbél is, mely az egész bélcsőnek mintegy három nyolczada.

A Gnaptor friss és korhadó, továbbá rothadó növényi anyagokkal táplálkozik s ehhez képest bélcsőve anatómiai alkotását tekintve, átmenet a növény- és televényevők typusa között. Anatómiai tekintetben ugyanis a Gnaptor bélcsővének leghosszabb része a középbél, ez pedig jellemző sajátága a növényevő bogarak belének, viszont a Gnaptor bélcsővén az elő- és középbél határán levő sphincter felett harangalakú tágulatot találunk, a mi a televényevő bogarak (saprophaga) bélcsővére jellemző. Azonkívül, miként régebbi dolgozatomban ¹⁾ kimutattam, a növényevő bogarak belén az utóbél kicsi, a televényevőknél nagy, a Gnaptor-nál pedig közép nagyságú.

A Malpighi-edények száma hat, melyek a közép- és utóbél határán nyílnak a bélbe. Ezek mindenütt egyenlő átmérőjű, aránylag hosszú, a test nagyságát — méréseim szerint — legalább is nyolcszor felülmúló csövek. Színük rendszeren barnásveres, ritkán sárgásfehér, a beömlés tájékán pedig kis darabon fehéres. Finom tracheaágak rendkívül gazdag hálózata tartja őket össze és erősíti a bélcsőhöz. Kikészítésük fáradságos, mert nagyon szakadékonnyak.

A Malpighi-edények kezdete a végbél falába van beiktatva. Ha a végbélet kikészítjük és hosszában felhasítjuk s

¹⁾ GORKA S., Adatok a Coleopterák táplálócsővének morfológiai és physiológiai ismeretéhez (Budapest, 1901), 36. lap.

tárgyüvegen kiterítve kis nagyítással mikroszkóppal vizsgáljuk, kezdetük jól látható (I. tábla. 3. rajz). Az ilyen készítmények vizsgálata arról győz meg, hogy a végbél külsején (I. tábla, 1. rajz, *v b*) a Malpighi-edények sűrű hálózatos alakot alkotnak. Itt az egyes edények a végbél tengelyéhez képest hosszanti irányban, sokszoros kanyarulatokat alkotva, helyezkednek el. Pontosabb vizsgálatokból kiderül, hogy a végbél falán két-két Malpighi-edény egyesül egymással (I. tábla, 3. rajz), úgy hogy a Gnaptor-nak igazában három Malpighi-edénye van, melyeknek azonban hat benyílási helyük van a közép- és utóbél határán.

A Malpighi-edényeknek a végbél falán alkotott hálózatából egyetlen vastag Malpighi-edénytörzs egyénül ki, mely a végbél kezdete tájékán a hasoldalon elhagyja a végbél falát. E közös törzsben mikroszkóppal jól látható az egymáshoz simuló hat Malpighi-edény. A közös törzs csakhamar két ágra ágazik (ezt a pontot az I. tábla 1. rajzán csillag jelzi) s az ágak mindegyikében három-három Malpighi-edény ismerhető fel mikroszkóppal. A rövid két ágat alkotó három-három Malpighi-edény azután csakhamar elkülönül egymástól és az így immár szabad szemmel is jól megkülönböztethető hat Malpighi-edény a bélcső hátulsó, majd pedig elülső része felé tart. A középbél legelülsőbb részén a Malpighi-edények változatos alakú hurkot formálnak és ismét a bélcső hátulsó része felé veszik útjukat s végül bonyolódott kanyarulatokat alkotva, a közép- és utóbél határán a bélcsőbe nyílnak.¹⁾

¹⁾ A Gnaptor végbelén alkotott Malpighi-edény-hálózat szabad szemmel való vizsgálat alkalmával azt a látszatot kelti, hogy a Malpighi-edények itt a végbélbe nyílnak be. Ehhez hasonló anatómiai tapasztalatok szolgáltatnak régen alkalmat arra a téves tanra, hogy kétféle Malpighi-edény van, ezek egyike a középbélbe, másika pedig a végbélbe nyílik. E tisztán felszínes észleleteken alapuló tannak főszószólói voltak MECKEL J. FR. (Ueber die Gallen- u. Harnorgane der Insecten; Meckel's Archiv f. Anat. u. Physiol., 1826, 21—36. lap), AUDOUIN J. V. (Calculs trouvés dans les canaux biliaires d'un Cerf volant; Annal. d. Scienc. Nat., 2. sorozat, 1836, 129—137. lap), LEYDIG FR. (Lehrbuch d. Histologie d. Menschen u. d. Thiere, 425. és 431. §.), STRAUS-DURKHEIM

A Gnaptor-on kívül vizsgálataimat másodsorban a közönséges és a fekete temetőbogáron (*Necrophorus vespillo* L. és *Necrophorus humator* Fabr.) végeztem, melyekből szintén nagymennyiségű friss anyag állott rendelkezésemre. Mindkét bogár tudvalevőleg dögökkel táplálkozik, de a friss húst sem veti meg s a telet kivéve, az évnek úgyszólván minden szakában gyűjthető, a mi élettani vizsgálatokra kiválóan alkalmassá teszi. Ha erdő szélére néhány konzervdobozt vagy széles szájú üveget (pl. befőttes üveget) úgy ásunk be a földbe, hogy szája a föld színével egy síkba kerüljön s fenekére elhullott állatot (pl. egeret, madarat stb.), vagy friss húst teszünk, néhány nap múlva nagyszámú temetőbogárhoz jutunk. Célszerű a beásott üvegeket rözsével lefedni, nehogy a dögöt kedvelő madarak elvigyék a csalogatásra szánt dögöt vagy húst.

A közönséges temetőbogár bélcsövét először MATZEK,¹⁾ később RAMDOHR²⁾ tanulmányozta. RAMDOHR hű rajzát is közli (Id. mű, V. tábla, 1—3. rajz), úgy hogy részletesebb leírását bízvást elmellőzhetem, a mit annál inkább megtehetek, mert úgyszólván teljesen megegyezik a fekete

HERCULE (Consid. générales sur l'anat. comp. d. animaux articulés, aux quelles on a joint l'anat. descript. du *Melolontha vulgaris*; Paris. 1828), hazánkban THANHOFFER LAJOS (A Malpighi-edények vagyis a rovarok epe- és húgyelválasztó szervei; Magyar Orvosok és Természetvizsgálók egri nagygyűlésének munkálatai, Eger, 1869, 284—293. lap). THANHOFFER-nek az egyetemi állattani intézetben levő készítményei, melyeket módomban volt behatóbban megvizsgálni, világosan igazolják, hogy a Malpighi-edényeknek állítólagos végbéli benyílása alaposabb mikroszkópi vizsgálatnál nem felel meg a valóságnak. Thanhoffer művében csupa olyan rovar bélcsövén állapítja meg a Malpighi-edényeknek a végbélbe való beömlését, melynek végbelén még Malpighi-edény alkotta hálózat sincs. Műve azt a benyomást kelti, hogy főleg Leydig művének suggestív hatása alatt Thanhoffer még azoknál a rovaroknál is megtalálta a Malpighi-edények végbéli beömlését, melyeknek Malpighi-edényei csak lazán vannak a végbélhez erősítve.

¹⁾ MATZEK, CAROL, ANTON, EPIPH., *Necrophorum Monographiae*. Part. I. Vratislaviae, 1839, 58—61. lap, IV. tábla.

²⁾ RAMDOHR KARL AUG., *Abhandl. ü. d. Verdauungswerkzeuge d. Insecten*. Halle, 1811. 89—90. lap, V. tábla, 1—3. rajz.

temetőbogár (*Necrophorus humator* Fabr.) bélcsövével, melyet részletesebben óhajtók ismertetni s melynek képét rajzban (I. tábla 2. rajz) is bemutatom.

A fekete temetőbogár bélcsövét mostanáig tudtommal még senki sem tanulmányozta, jóllehet a közönséges bogarak közé tartozik. Ennek talán egyik oka az a majdnem tűrhetetlen bűz, mely a bélcsőből kiáramlik s melyről már RAMDOHR is megemlékezik művében a közönséges dögbogár bélcsövének ismertetésénél. (Id. mű, 90. lap.)

A bélcső hossza 2·85 cm. nagyságú példányoknál átlag 14·65 cm, vagyis ötször hosszabb a test hosszánál. A szájüreggel kezdődik, mely nagyon rövid, szűk garatba vezet. Ezt a fej belsejében négy chitinlemezke, továbbá izmok és kötőszövet veszi körül, tehát nem fekszik szabadon, mint a bélcső többi része. A garat szabad szemmel pontosabban meg nem állapítható határ nélkül megy át a meglehetősen hosszú (0·95 cm.) nyelőcsőbe (I. tábla, 2. rajz, *ny*), mely egyszerű alkotású, síma, szűk, hengeres csövet alkot s mely ugyancsak élesebb határ nélkül a harangalakú és vastagfalú, izmos rágógyomorba (proventriculus, *r*) folytatódik. A rágógyomor belsejében nyolcz léczszerű, hosszanti irányú kiemelkedés látható, melyek mindegyike számtalan chitinsertével van ellátva. A rágógyomrot RAMDOHR a közönséges temetőbogárnál »Faltenmagenähnliches Organ«-nak (Id. mű, 18. lap) nevezi, még pedig azért, mert a felső részén levő befűződést szabad szemmel nem láthatta; szövettani szerkezete azonban arra vall, hogy ez a »rágógyomrhoz hasonló szerv« valódi rágógyomor. A rágógyomor az előbél végét jelzi. Az előbél hossza 1·6 cm, vagyis az egész bélcsőnek mintegy kilenczedrésze.

A rágógyomor hátulsó részét hatalmas befűződés különíti el a bélcső második részétől, a középbélről (*k*). Ez sűrűn egymás mellé sorakozó, finom vakbélyszerű kitüremlésekkel van megrakva, mitől bolyhos kinézésű. Elülső része (átmérője 2·1 mm) tágasabb a hátsónál (átmérője 1·4 mm). Leghátulsó része kissé felduzzad s a Malpighi-edények beömlése helyén végződik.

Az utóbél rendkívül hosszú (9·60—12·65 cm). A test

nagyságát négyszer, a középbelét pedig ötször mulja felül. Részei: *a*) vékonybél (3. rajz, $v\acute{e}_1$ és $v\acute{e}_2$), mely két részre különül, jelesen egy rövid (3.5 mm) elülső ($v\acute{e}_1$) ¹⁾ és rendkívül hosszú (9.62 cm) hátulsó részre ($v\acute{e}_2$); *b*) végbél (*vb*), melynek hossza 0.8 cm és *c*) vakbél (*vak*). A vékonybél a potroh középső harmadában órarúgószerűen összegöngyölődő, egész lefutásában egyenlő átmérőjű hosszú cső (I. tábla, 4. rajz). Külsőjén egyenlő közökben sűrűn elhelyezett s külső felületét gyűrű módjára körülfogó kiemelkedéseket látunk. Már kézi nagyítóval is látható, hogy a gyűrűalakú kiemelkedések mindegyike hat helyen meg van szakítva, még pedig minden gyűrűn ugyanazon a helyen, úgy hogy ezáltal egyúttal hat hosszanti szalaghoz hasonló kiemelkedés keletkezik, mely szabályosan, egyenlő közökben szintén meg van szakítva. A végbél fala síma, rajta kiemelkedések nincsenek s mindig élesen megkülönböztethető a vékonybélről. A vakbél a végbél egyszerű kitüremlése; szövettani szerkezete teljesen megegyezik a végbélével.

A Malpighi-edények száma négy. Ezek rendkívül hosszúak, azonfelül gazdag tracheahálózattal a középbelhez és az utóbél órarúgószerű csavarulataihoz vannak odaerősítve, ezért teljes kikészítésük nagyon bajos. RAMDOHR a közönséges temetőbogár bélcsövén csak két Malpighi-edényt tudott kikészíteni. MATZEK művének V. tábláján (57. ábra) szintén csak két Malpighi-edényt ábrázolt. Én is régebben, szabad szemmel vizsgálva a bélcsövet, megerősítettem RAMDOHR észleletét, azóta metszeteken azonban teljes határozottsággal megállapíthattam, hogy a fekete temetőbogárnak éppen úgy, mint a közönséges temetőbogárnak, négy Malpighi-edénye van, melyek a közép- és utóbél határán ömlenek be a bélcsőbe.

¹⁾ Ezt a részt RAMDOHR (id. mű, 89. lap) duodenum-nak nevezi.

III.

A MALPIGHI-EDÉNYEK BEÖMLÉSE A BÉL- CSŐBE ÉS A KÖZÉP- ÉS UTÓBÉL KÖZTI ZÁRÓKÉSZÜLÉK ÉLETTANI SZEREPE.

Azoknak, a kik a Malpighi-edényeknek kizárólagos kiválasztó szerv voltát vitatják, nagyon sokszor hangoztattott, erős érvük, hogy a Malpighi-edények tartalma az utóbélbe, tehát olyan bélrészletbe ömlik, melynek már nincsen szerepe az emésztésben. Ezzel a tétellel szemben már VAN GEHUCHTEN¹⁾ a *Ptychoptera contaminata* lárváján és PANTEL²⁾ a *Thrixion halidayanum* lárváján tett vizsgálatai alapján kimutatta, hogy a Malpighi-edények a középbélhez tartoznak, LIST³⁾ pedig arra hívta fel a figyelmet, hogy az *Orthesia cataphracta* nevű felfödelesszárnyú rovarnál (Hemiptera) a Malpighi-edények a középbél közepén nyílnak a bélcsőbe. BEAUREGARD⁴⁾ a hólyaghúzó bogarak (*Vesicantia*), VAN LIDTH DE JEUDE⁵⁾ a cserebogár (*Melolontha*), orrszarvúbogár (*Oryctes*) és rózsabogár (*Cetonia*) bélcsővére vonatkozó vizsgálatai alapján teljes határozottsággal állították, hogy a bélcsőnek az a része, a melybe a Malpighi-edények beöm-

1) La Cellule, VI. köt., 1890, 280. lap.

2) La Cellule, XV. köt., 1898, 203—207. lap.

3) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 45. köt., 1887, 50. lap.

4) Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1886, 273. lap.

»Les tubes de Malpighi s'ouvrent dans le ventricule chylique en avant de la couronne valvulaire«.

5) VAN LIDTH DE JEUDE THEOD. W., De Spijsverteringorganen der phytophage Lamellicornienlarven. Utrecht, 1882.

lenek, szövettani szerkezetét tekintve, nem az utóbélhez, hanem a középbélhez tartozik. Hasonlót észlelt ABONYI¹⁾ és PETERSEN²⁾ a házi méh bélcsövén. Érdekesnek ígérkezett tehát annak megállapítása, hogy a vizsgált bogaraknál 1. a Malpighi-edények a bél melyik részébe ömlenek be és 2. vajjon az utóbél valóban csak a hasznavehetetlen anyagok összegyűjtésére és kivezetésére való, vagy pedig az emésztésben és a megemésztett anyagok értékesítésének további folyamatában is van-e szerepe?

A Malpighi-edények beömlési helyének megállapítására nézve rendkívül tanulságosak a Gnaptor bélcsövéből készített hosszmetsetek. Különösen meggyőzők azok a hosszmetsetek, melyek a közébbelet és az utóbél elülső részét pontosan hosszában találják. Ilyen metseteknek kellő számban való előállítása céljából a kikészített bélcsövet több ponton selyemszállal vékony papírcsikákhoz kötöttem, így előkészítve rögzítettem és keményítettem. Ezzel az egyszerű fogással elértem azt, hogy a bélcső hosszabb részletéből is pontos hosszmetseteket készíthettem, melyekből következtetést vonhattam a Malpighi-edények beömlési helyére és az alatta levő zárókészülék mechanizmusára nézve.

Hosszmetseteken világosan megállapítható, hogy a Malpighi-edények a középbélbe és nem az utóbélbe ömlenek. A II. tábla 8. rajzán látható, hogy a Malpighi-edények beömlése alatt még néhány hámsejt következik, mely mindenben a középbéli hámsejtek jellemvonásait mutatja. Ezeknek a sejteknek chitinintimája nincsen, protoplasmájuk és sejtmagjuk szerkezetében, továbbá a lunen felé eső környéki részükön ugyanazok az elválasztással szükségszerűen együttjáró változások figyelhetők meg, melyek a középbéli hámsejtekre jellemzők. Közvetlenül a Malpighi-edények beömlése és a most említett sejtek alatt találjuk a közébbelet az utóbéltől elválasztó nagy zárókészüléket (*vp*), mely *valvula pylorica* és *pylorus* névvel jelölt részekre tagolódik. A *valvula pylorica* hámsejtjei hatalmas

¹⁾ Állattani Közlemények, II. köt., 1903, 160. lap.

²⁾ Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 145. köt., 1912, 130. lap.

chitinintimával vannak ellátva, mely jóddal és higított kénsavval kezelve ibolyaszínűre festődik, s a sejtek alakja lényegesen eltér a középbelet kibélelő sejtektől; rajtuk elválasztással összefüggő változások sohasem figyelhetők meg. A bélcső szövettani szerkezetére való tekintettel a közép- és utóbél határának korántsem szabad tehát a Malpighi-edények beömlésének helyét tartanunk, miként ezt ma a bűvárok legnagyobb része teszi, hanem azt a helyet, a hol a középbél jellemző hámsejtjei megszűnnek és az utóbélnek chitinintimával ellátott hámsejtjei következnek. Ha ezt a morphologiailag és physiologiailag egyedül helyes alapot elfogadjuk, végérvényesen megállapíthatjuk, hogy a *Gnaptor* bélcsövén a Malpighi-edények *morphologiailag* is nem az utóbélbe, hanem a középbélbe nyílnak.¹⁾

Számos szerző munkájának rajzain megállapítható, sőt többen a szövegben is hangsúlyozzák, hogy a Malpighi-edények beömlése után az utóbél kezdetén hatalmas záróképzőlék van és hogy több rovar utóbelében olyan hám van, melynek szerkezete csakis felszívó vagy elválasztó működésével magyarázható meg, mindamellett mégis azt hirdetik, hogy a Malpighi-edények az utóbélbe nyílnak s az utóbélnek csupán a hasznavehetetlen anyagok eltávolítása a célja.

¹⁾ Biztosra veszem, hogy a *Gnaptor* belén talált szerkezeti berendezés nem egyedülálló. Hasonló viszonyokat fognak találni más rovarok belén is, ha a közép- és utóbél határát meg a Malpighi edények beömlésének helyét pontosabban fogják főleg hosszszelvényeken tanulmányozni. VORHIES C. T. például hasonló viszonyokról számol be »Habits and Anatomy of the larva of the caddis-fly *Platyphylax designatus* Walker című értekezésében (Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, XV. köt. I. rész, 1904. 108—123. lap). VORHIES a VII. tábla 4. rajzán a *Platyphylax designatus* közép- és utóbelének határából, a Malpighi edények beömlési helyéből készített hosszszelvénynek rajzát közli, melyből kiderül, hogy itt a Malpighi-edényeknek a középbéllel való összefüggése oly benső, hogy a középbél pálczikás szegélye egyenesen átmegy a Malpighi-edényeket kibélelő sejtek pálczikás szegélyébe. PETERSEN HANS a házi méh bélcsövén tett vizsgálatai alapján szintén arra az eredményre jut, hogy a Malpighi-edények a középbél lumenjébe torkollnak. Megállapítása egyébként szó szerint a következő: »Die starke Muskulatur des ersten Enddarm-

Felfogásom szerint az egyes bélrészletek határát csakis élettani működésük határai alkotják. Ilyen élettani határ a középbelet az a két zárókészülék, mely a középbelet az előbélből és az utóbélből elválasztja, vagyis az előgyomor (proventriculus) és az utóbéli sphincter (valvula pylorica); az előgyomor után következő és a valvula pylorica előtti bélrészt kell középbélnek tekintenünk, mert élettanilag ezek szabják meg a középbél működésének határát. Élettani szempontból tehát még az is teljesen közömbös, hogy pl. a Malpighi-edények beömlési helyén már néhány olyan sejt van, melynek szerkezete az utóbél sejtjeivel egyezik meg, mert élettanilag csak az fontos, vajjon ez a részlet a középbelet az utóbélből élettanilag elválasztó sphincter előtt, vagy pedig mögött van. A Gnaptor bélcsövén a Malpighi-edények szerintem még akkor is a középbélhez tartoznának élettanilag, ha beömlésük helye alatt nem volna néhány olyan sejt, mely szövettanilag megegyezik a középbelet kibélelő sejtekkel, mert a Gnaptor-nál a Malpighi-edények a középbelet az utóbélből elválasztó zárókészülék előtt nyílnak a bélcsőbe. A Malpighi-edények élettani megítélése szempontjából tehát fontos az a megállapítás, hogy a Gnaptor-nál a Malpighi-edényeket morphologiai és élettani szempontból egyaránt a középbélhez kell számítanunk.

A Malpighi-edények beömlése után következő zárókészülék, vagyis a valvula pylorica és az azután következő pylorus szerepének és ezzel együtt a Malpighi-edények élettani működésének megítélésére a most ismertetett megállapításon kívül, nagyon fontos a közép- és utóbél izomzatának elrendeződése.

abschnittes beginnt zuweilen mit einer sphinkterartigen Verdickung, analwärts von der Stelle, wo der Wechsel des Epithels sich vollzieht, so dass der Übergang und mit ihm die Einmündung der Malpighi'schen Gefässe noch innerhalb des weiten Lumens des Mitteldarms zu liegen kommt. Betrachtet man den aufgeschnittenen Darm von der Epithelseite, so sieht man das Mitteldarmepithel in eine tiefe Rinne abfallen. In diese Rinne, aber nicht an der tiefsten Stelle, sondern an der ovalen Wand, münden die Malpighi'schen Gefässe.» (Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 145. kötet, 1912, 130. lap.)

A középbélben a hám alatt chitinszerű anyagból álló alaphártyát, majd ez alatt hosszanti izomrost-réteget találunk. Utóbbi után a középbelet gyűrű módjára körülvevő körkörös irányú izomrostok következnek, melyeket azután a középbél legkülső részén ismét hosszanti izomrostok burkolnak. A középbél izomrétegének ez a három része nagyjában egyforma vastagságú s mindegyik izomrész rendszerint mindössze egy-egy izomrost vastagságára szorítkozik, szóval a középbél izomzata főleg az utóbélnek mindjárt tárgyalandó izomzatához képest szegényesnek mondható. A Malpighi-edények beömlése alatt a zárókészülék két fogszerű kiemelkedése táján a legbelső hosszanti izomrostok eltűnnek, a belső, körkörös irányban futó izmok hatalmas gyűrűt formálnak és a legkülső hosszanti izomrostok száma is tekintélyesen meggyarapodik. Hasonlóképpen megerősödik az izomréteg a valvula pylorica után következő utóbéli részen, az úgynevezett pylorus-on is, melyen kívülről befelé haladva először nagyon vékony, mindössze egy izomrost vastagságnyi hosszanti izomréteget, majd ez alatt rendkívül hatalmasan fejlett körkörös irányú izmokból álló gyűrűs izomzatot, alatta pedig itt-ott azután egy-egy hosszanti izomrostot találunk. Feltűnő tehát a Malpighi-edények beömlése után következő bélrészletekben az izomzat hatalmas arányú meggyarapodása.

A zárókészüléknek működését illetőleg nem lehetünk kétségben. Hatalmas gyűrűs izmaival csak arra szolgálhat, hogy egyrészt a béltartalomnak a középbélből való időelőtti kijutását és másrészt az utóbélbe került anyagoknak a középbélbe való visszajutását megakadályozza. Helyes működéséhez tehát hozzátartozik a középbélnek az utóbéltől való elkülönítése. Működése és az a körülmény, hogy az utóbélben hat léczszerű kiemelkedés nyúlik a bél lumenjébe, önkéntelenül is gondolkodóba ejt. Hogyan győzik le a Malpighi-edények azt az ellenállást, melyet a most említett berendezések útjukba gördítenek? A Malpighi-edényeknek hatalmasan fejlett, különös izomrétegük nincsen, miként a Malpighi-edények szövettani szerkezetének ismertetésekor látni fogjuk, néhány rugalmas kötőszöveti rost pótolja az

izomréteget s végzi úgy a hogy annak működését. Ha a Malpighi-edények megtelnek váladékkal, a kötőszöveti rostok ellenállása által kifejtett nyomás nagyon tekintélyes lehet, mindazonáltal magától értetődőleg korántsem lehet akkora, hogy azt a nagy ellenállást legyőzze, melyet a Malpighi-edények beömlése alatt található zárókészülék és az utóbél izomzata fejt ki. Tetemesen kisebb az ellenállás a középbélben. Utóbbinak izomzata fejletlenebb; miként már kiemeltem, a középbél izomrétege belülről kifelé haladva, hosszanti, gyűrűs és ismét hosszanti izomrostokból áll, az izomrostoknak ez a háromfélesége azonban mindössze egy-egy izomrost vastagságára szorítkozik. Azonfelül a középbélben a béltartalmat sajátyszerű, chemiai anyagokkal (ecetsav, hígított sósav, salétromsav stb.) és emésztőnedvekkel (pl. sósavas pepsin-oldattal) szemben rendkívül ellenálló, valószínűleg fehérjékből és chitinszerű anyagból álló hártya, az úgynevezett »membrana peritrophica« veszi körül. A peritrophicus hártya és a középbél hámsejtjei közötti téren mennek végbe azok a jellemző elválasztási folyamatok, melyeknek eredményeképpen emésztőnedvek kerülnek a középbél lumenjébe. A most ismertetett anatómiai berendezések vizsgálatakor az a kérdés kerül homlokterbe: nem juthat-e a Malpighi-edények tartalma is a középbélbe? A kérdés már azért is természetes, mert BUGNION E.¹⁾ 1904-ben a kék dongó (*Xylocopa violacea* L.) Malpighi-edényeiben ugyanolyan secretiós kamrákat talált, mint a középbélben és mert ismerünk olyan rovarokat is, melyeknél a Malpighi-edények a középbél középső részén ömlenek a bélcsőbe. LIST J. H.²⁾ szerint az *Orthezia cataphracta* Shaw. és MARK E. L.³⁾ szerint az *Orthezia urticae* L. (*Dorthezia Characias* Bosc.) nevű pajzstetű bélcsövén a Malpighi-edények a középbél közepén nyílnak a bélcsőbe, melyek így a középbélet elülső és hátulsó részre osztják. DUFOUR L.⁴⁾ vizsgálatai

¹⁾ Compt. Rend. Ass. Anat. 6. Sess., 1904. 24—37. lap, 4. tábla.

²⁾ Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 45. köt., 55—59. lap.

³⁾ Archiv f. mikr. Anatomie, XIII. köt., 80—81. lap.

⁴⁾ Ann. d. Scienc. Naturelles, 2. sorozat, 19. köt., 1843, 157—158. lap.

szerint a *Timarcha tenebricosa* nevű bogár hat Malpighi-edénye közül kettő elvitázhatatlanul a középbélbe ömlik (lásd DUFOUR munkájában a 6. tábla 7. rajzát). SIMROTH H.¹⁾ a remetebogár (*Osmoderma eremita*) lárvájának belén tett vizsgálatainak közlésekor kiemeli, hogy a Malpighi-edények a közép- és utóbél határán ömlenek ugyan a bélcsőbe, de a középbélnek olyan a szerkezete, hogy két Malpighi-edénynek váladéka különleges vályú segítségével a középbélbe kerül.

A Malpighi-edények tartalmának a középbélbe való jutása mellett bizonyítanak első sorban azon tapasztalataim, melyeket Gnaptor-on a bél egyes részeinek chemiai reakciója vizsgálatakor szereztem.

A bélcső egyes részeinek kémhatása nagyon különböző. A kémhatás megállapítása céljából Grüber-féle közömbös lackmus-papírost, lackmus-port és más festőanyagokat használtam, melyeket a bogarak táplálékához kevertem. Jó eredményekhez jutottam JOUSSET DE BELLESME és PLATEAU régi eljárása segítségével is. Utóbbi abban áll, hogy az egész bélcsövet, vagy ha az nagyon nagy, annak egyes részeit tárgyüvegen kiterítjük s néhány csepp érzékeny lackmus-oldatot, vagy más festőanyag oldatát cseppentjük hozzá, ezután a készítményt csillámlapocskával lefedjük s a lackmusnak vagy a festékoldatnak a vizsgált bélrészlet közvetlen közelében bekövetkező színváltozásából állapítjuk meg a kémhatást. Természetesen legbiztosabb eredményekhez jutunk, ha az állatot sikerül különböző festőanyagok megévesére bírni.

A Gnaptor-ok különösen kora tavasszal mohón eszik meg a táplálékukhoz (pl. liszt, korpa, húspor stb.) kevert lackmus-port. Az ilyen Gnaptor-ok bélcsövén megállapíthattam, hogy az előbél, továbbá a középbél elülső része savas vegyhatású, a középbél hátulsó része, továbbá a Malpighi-edények tartalma erősen alkalikus vegyhatású, az utóbél kezdete rendesen közömbös, olykor alkalikus vegyhatású,

¹⁾ SIMROTH H., Ueber d. Darmkanal der Larve von *Osmoderma eremita* mit seinen Anhängen (Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss., 3. sorozat, 1878, 3. köt., 493—518. lap).

az utóbél legnagyobb része pedig ismét gyengén savas vegyhatású. Ha jóllakott Gnaptor-okat a táplálék fölvétele után mintegy 4 óra múlva megölünk, középbélüket kikészítjük s a gondosan, destillált vízben megmosott középbélük elülső részét néhány csepp kék lackmus-oldattal világoskékre festett vízzel telt óraüvegbe teszszük, az oldat rögtön megvörösödik, jeléül annak, hogy a középbél ezen részlete savas kémhatású. A középbél hátulsó részével megismételve ezt a kísérletet, a világos kékszínű lackmus-oldat erősen megkékül s ezzel jelzi, hogy ez a bélrészlet már erősen alkalikus kémhatású. A középbél elülső és hátulsó részének ellentétes kémhatása magyarázatra szorul, annál is inkább, mert a középbélet mindenütt egyforma alkotású hámsejtek bélelik, a különböző kémhatást tehát nem tulajdoníthatjuk a hámsejtek különbözőségének. Mindenekelőtt azt kell megállapítanunk, mitől ered a középbél elülső részében a savas kémhatás? Szabad ásványi savtól vagy pedig úgy, miként BIEDERMANN W.¹⁾ a lisztbogár (*Tenebrio molitor*) lárvájának középbeléről kimutatta, savanyú sótól ered-e? Kísérleteim eredményei szerint a savas kémhatás savanyú sótól ered. A középbél elülső része ugyanis kongovörös-oldatra, továbbá Günzburg-féle reagensre teljesen hatástalan, ellenben cochennille-oldat hatására kékesvörös színt ölt, vagyis a cochennille-oldattal szemben ez a rész alkalikusan viselkedik. Hasonlóképpen a Grübler-féle érzékeny lackmoid-papírossal szemben is alkalikusan viselkedik, a mennyiben a vörös lackmoid-papírost megkékíti. Minthogy NH_3 hatására a Gnaptor középbelének tartalmában is nagy mennyiségben megállapíthatók azok a kristályok, a melyek mindenben megegyeznek a FRENZEL²⁾ és más szerzők által különböző rovarok középbelében megállapított phosphatokkal, valószínű, hogy a Gnaptor középbelének elülső részében a savas kémhatás

¹⁾ BIEDERMANN W., Beiträge zur vergleich. Physiologie der Verdauung. I. Die Verdauung von *Tenebrio molitor*. Pflüger's Archiv f. ges. Physiol., 72. köt., 1898, 139—145. lap.

²⁾ FRENZEL JOH., Bau und Thätigkeit des Verdauungscanales der Larve von *Tenebrio molitor* (Berliner Entomolog. Zeitschr., 26. köt., 1882).

savanyú phosphatoktól ered. A most említett savanyú phosphatok mellett, melyek a lackmus-papírosra hatnak, a középbél elülső részében még alkalikusan reagáló anyagok is vannak, melyek azután a lackmoid-papírosra és a cochenille-tincturára hatnak.

Kérdés most már, milyenek a viszonyok a középbél hátulsó részében, a hol már a lackmus-papíros is alkalikus kémhatást jelez?

A középbél hátulsó részének tartalmában NH_3 hatására szintén kiválnak phosphat-kristályok, a savanyú sók tehát itt megvannak, azonban nyilván azért nem hatnak a lackmus-papírosra, mert az itt nagyobb mennyiségben jelenlevő alkalikus kémhatású anyagok elnyomják hatásukat. Ámde ez a megállapítás újabb kérdést vet fel. Honnan ered az alkalikus anyagok nagyobb mértékű felhalmozódása?

Az anatómiai viszonyok és az a körülmény, hogy a Malpighi-edények tartalma mindig erősen alkalikusan reagál, arra a föltevésre vezet, hogy a középbél hátulsó részében a savas kémhatásnak alkalikusra való változása a Malpighi-edények tartalmától származik.

E föltevést, bár az előbb ismertetett anatómiai viszonyok nagyon valószínűvé teszik, meggyőző kísérletekkel bizonyítani nagyon nehéz. Előbb a testbe befecskendezett és a Malpighi-edényektől kiválasztott festőanyagok segítségével igyekeztem föltevéseim helyességéről meggyőződni. Csak-hogy a kísérletek nem vezettek megbízható eredményre. A különböző festőanyagokat ugyanis, miként csakhamar meggyőződhettem, nemcsak a Malpighi-edények választják ki, hanem a bélcsövet kibélelő hámsejtek is. A kísérletek éppen ezért, bár azokat a kísérletre szánt bogarakat, a melyekbe különböző festőanyagokat fecskendeztem be, a kiválasztás részleteinek megismerése céljából kezdetben félórás, később 10 perces időközben öltem meg, annyira eltérő és zűrzavaros adatokhoz juttattak, hogy ebben az irányban a vizsgálatot nem folytathattam. Érdekes és ha ítéletem nem csal, megbízható eredményekre vezettek azok a kísérleteim, a melyeknek alapgondolata volt, valami úton-módon megakadályozni a Malpighi-edények tartalmának bejutását a bélbe. Ezt

látszólag nagyon egyszerűen a Malpighi-edények átmetszésével lehet elérni. Csakhogy ez az egyszerű módszer a milyen egyszerűnek látszik, épp oly nehezen valósítható meg sikeresen a valóságban, mert az operált bogarak legnagyobb része vagy nem akar többet enni, vagy pedig, s ez a gyakoribb eset, bár máskülönben a Gnaptor-ok nagyon szívós életűek, néhány óra mulva elpusztul. Sok sikertelen kísérletezés után, mely a bogarak százainak életébe került, sikerült a következő módon eredményhez jutnom.

A kísérletre szánt Gnaptor-okat destillált vízben gondosan lemostam, kemény szárnyfedőiket eltávolítottam. Ezután a potroh hátoldalát fedő vékony bőrt 10⁰/₀-os hydrogen-peroxyddal, majd a teendő vágás helyén jód-tincturával beecseteltem. Az így előkészített Gnaptor potrohának hátoldalát a hátedény és a stigmák közti helyen hosszanti irányban gondosan sterilizált lándzsás tűvel felhasítottam és ugyancsak sterilizált csiptetővel előhúztam a bélcsövet, majd előkerestem a közép- és utóbél határát és a Malpighi-edényeket közvetlenül beömlésük helyén átvágtam. Végül a belet helyére visszatolva, a sebet, minthogy a seb széleinek összevarrása a bőr szakadékonysága miatt a legtöbb esetben nem sikerült, egyszerűen kollodiummal összeragasztottam. Az így operált állatok legnagyobb része fertőzés következtében idő előtt elpusztult, kis része azonban több napig életben maradt. Az elpusztulás oka az volt, hogy az átvágott Malpighi-edények tartalma a hasüregbe került. Ezen legutóbb úgy segítettem, hogy az átvágás után a Malpighi-edények végét kollodiummal bevontam. Az így operált állatok közül már sokkal több élte túl az operálást, mint az előbbi módon operáltak közül.

Az ismertetett módon operált bogarak közül néhány darab három hétig is életben maradt s rendesen táplálkozott, úgy hogy az ilyen bogarakon megvizsgálhattam azokat a változásokat, melyeket a Malpighi-edények tartalmának a bélcsőből való kirekesztése okoz. Az átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-ok bélcsőve szövettani és élettani tekintetben egyaránt érdekes és a Malpighi-edények élettani működésének megítélése szempontjából nagyon fontos vál-

tozásokat tárt elem. Legérdekesebbnek ígérkezett mindenekelőtt a középbél hátulsó részének chemiai vizsgálata.

Ez a rész rendes állapotban mindig alkalikus vegyhatású, ellenben az operált bogarak középbelének ez a része határozottan éppen úgy savas vegyhatású, mint a középbél elülső része. A vörös lackmus-papiros színe nem változik meg, a kék lackmus-papiros azonban határozottan megvörösödik, jeléül annak, hogy a Malpighi-edények átvágása után nem juthattak a középbél hátulsó részébe azok az alkalikus anyagok, a melyek a középbélben levő savanyú sók hatását ellensúlyozzák. Ez a kísérlet, melyet összesen 16-szor végeztem hasonló eredménnyel, világosan bizonyítja, hogy a Malpighi-edények váladékának része van a középbél hátulsó részének alkalikus kémhatásában. Természetesen az az ellenvetés is teljesen helyénvaló, hogy az alkalikus vegyhatást az operációval előidézett természetellenes állapot is okozhatja, mindazonáltal ez az ellenvetés csak akkor volna jogosult, ha a kísérleteket rövid idővel az operáció után csupán koplaló bogarakon végeztem volna. Ámde én a kísérleteket olyan bogarakon is végeztem, melyek az operáció után egész rendesen több ízben táplálékot vettek fel.

Az ügy fontosságára való tekintetből közlöm kísérleteim néhány jegyzőkönyvi adatát:

I. kísérlet.

Operáció 1910. ápr. 20.

Az állat 1910. ápr. 25-én elpusztult.

Eredmény: A középbél elülső és hátulsó része a kék lackmus-papirost megvörösíti.

II. kísérlet.

Operáció 1910. ápr. 20.

Az állat 1910. ápr. 28-án elpusztult.

Eredmény: Ugyanaz, mint az I. kísérletnél.

III. kísérlet.

Operáció 1910. ápr. 20.

Az állat 1910. ápr. 30-án bőségesen táplálkozott.

Megöltem 1910. május 1-én.

Eredmény: Ugyanaz, mint az I. kísérletnél.

IV. kísérlet.

Operáció 1910. ápr. 20.

Az állat már másnap elpusztult.

Eredmény: A középbél elülső része a kék lackmus-papírost megvörösíti; a középbél hátulsó része a kék lackmus-papírosra hatástalan, a vörös lackmus-papírost megkékíti. A Malpighi-edények a vörös lackmus-papírost megkékítik.

V. kísérlet.

Operáció 1910. május 10.

Az állat 1910. május 12-én és május 21-én bőségesen táplálkozott. Megöltem június 2-án.

Eredmény: Ugyanaz, mint az I. kísérletnél.

VI. kísérlet.

Operáció 1910. május 10.

Az állat 1910. június 2-án még életben van; eddig táplálékfelvétel nélkül élt. Megöltem 1910. június 2-án.

Eredmény: Ugyanaz, mint az I. kísérletnél; a Malpighi-edények a vörös lackmus-papírost megkékítik.

VII. kísérlet.

Operáció 1910. május 12.

Az állat 1910. május 18-án, június 2-án és június 10-én bőségesen táplálkozott. Megöltem a június 10-iki táplálkozás után 6 órával, tehát akkor, amikor tapasztalataim szerint a Gnaptor középbélében az emésztés a legélénkebb.

Eredmény: Ugyanaz, mint az I. kísérletnél.

VIII. kísérlet.

Operáció 1910. május 12.

Az állat 1910. május 18-án, május 25-én és június 1-jén kapott táplálékot, melyből nagy mennyiséget fogyasztott el. Az utolsó táplálkozás után 24 óra múlva, tehát akkor, amikor tapasztalataim szerint, az emésztés a középbélben már befejeződött, megöltem az állatot.

Bonczolási eredmény: Az utóbél, főleg a végbél duzzad a benne levő anyagtól; a középbél teltsége a rendesnél kisebb. A Malpighi-edények valóban át vannak vágva.

Chemiai vizsgálat eredménye: Ugyanaz, mint az I. kísérletnél.

IX. kísérlet.

Operáció 1910. május 12.

Az állatnak minden nap adtam táplálékot, úgy hogy az teljesen rendszeren táplálkozott.

Megöltem 1910. június 26-án.

Bonczolási eredmény: A Malpighi-edények valóban mindannyian át voltak vágva.

Chemiai vizsgálat eredménye lackmus-papirossal ugyanaz, mint az I. kísérletnél.

A X—XVI. sz. kísérleteim jegyzőkönyvének közlését elhagyom, mert újabb adatokat nem tartalmaznak s csak az I—IX. sz. kísérletek eredményét erősítik meg.

Az elősorolt kísérletek alapján úgy hiszem, elfogadható az a föltevés, hogy a Malpighi-edények alkalikus kémhatású anyagokat juttatnak a középbel hátulsó részébe s rendes viszonyok között ezektől származik a bélrészlet alkalikus kémhatása.

IV.

A MALPIGHI-EDÉNYEK ÁTVÁGÁSÁNAK HATÁSA A KÖZÉPBÉL HÁMRÉTEGÉRE.

A Malpighi-edények váladéka nemcsak a középbel reakcióját módosítja, hanem azonfelül hatással van a középbel hámrétegére is. E hatás oly nagyfokú, hogy mindjárt feltűnik, mihelyt az operált állatok középbelének hátulsó részéből készített metszeteket normális állatok középbelének hasonló részéből készítettekkel hasonlítjuk össze.

A különbség kimutatása céljából, legalább vázlatosan, előbb ismertetem a Gnaptor középbelének szövettani szerkezetét és röviden vázolom a hámsejtek elválasztó működésével kapcsolatos változásokat.

A Gnaptor középbele, mint a rovarok középbele általában, a bél belsejéből kifelé haladva, a következő részekből áll: 1. hámrétegből, beleértve a hámot regeneráló sejteket, melyek a már említett mirigyszerű kitüremlésekben foglalnak helyet; 2. alaphártyából, mely a hám alapján található és 3. izomrétegből. E három rétegen kívül némely rovar belén még előfordul az ú. n. savós- v. peritonealis hártya (tunica serosa), mely a belet kívülről teljesen beburkolja. Ilyet talált FRITZE¹⁾ az Ephemeridáknál, MINGAZZINI²⁾ különböző fajú lemezescsápú bogaraknál (Lamellicornia), VÁNGEL³⁾ a csibor-

¹⁾ FRITZE A., Ueber den Darmkanal der Ephemeriden (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B., IV. köt., 1888.)

²⁾ MINGAZZINI P., Ricerche sul canale digerente della larve dei Lamellicorni fitofagi (Mitteil. d. Zool. Station z. Neapel, 9. köt., 266—304. lap, 9—11. tábla).

³⁾ VÁNGEL J., Adatok a Hydrophilus piceus tápcsövének boncz-,

nál (Hydrophilus), RENGEL¹⁾ a csibor lárvájánál. A vizsgálók legnagyobb része nem találta meg a peritonealis hárttyát, sőt FRENZEL²⁾ és WEISMANN³⁾ egyenesen tagadják jelenlétét s leírását annak tulajdonítják, hogy a vizsgálók nem tudták magukat eléggé függetleníteni a gerinczes állatok belének analógiáitól. Peritonealis hárttya, vagy helyesebben mondva peritonealis hárttyához hasonló burok a bogarak belén nagyon ritkán állapítható meg; a Gnaptor és Necrophorus középbelén is teljesen hiányzik.

Az összes rétegek közül, vizsgálataim kitűzött célját tekintve, legfontosabb a hámréteg, melynek főhivatása az emésztéshez szükséges váladékok elválasztása és az eddigi vizsgálatok szerint legalább a bogarak egy részénél a megemésztett, tehát felszívódásra alkalmassá tett anyag felszívása.

A hám a Gnaptor középbelében mindig egyrétegű. Sokszor látszólag többretegű, azonban ha vizsgálatainkat az elválasztás különböző szakában levő Gnaptor-ok középbelére kiterjesztjük, világosan kiderül, hogy a többretegűség csak látszólagos és csak az elválasztás bizonyos szakán átmenetileg észlelhető. Az elválasztás folyamata olyan változatossá teszi a hám szerkezetét és annyira megnehezíti az elválasztással együttjáró egyes folyamatok összetartozóságának és sorrendjének megállapítását, hogy csak nagyon sok Gnaptor középbelének tüzetes vizsgálata adhat megnyugtató eredményt. Sok hiábavaló fáradság után csak bizonyos terv szerint etetett és koplaltatott Gnaptor-ok középbeléből készített metszetek segítettek ki engem is az útvesztőből. Nagy mennyiségben Gnaptor-okat gyűjtöttem

szövet- és élettanához (Természetrajzi Füzetek, X. köt., 1886., 190—208. lap).

¹⁾ RENGEL C., Ueber die Veränderungen des Darmepithels bei *Tenebrio molitor* während der Metamorphose (Zeitschrift f. wiss. Zool., 62. köt., 1896, 1—60. lap, 1. tábla).

²⁾ FRENZEL J., Einiges über den Mitteldarm der Insekten, sowie über Epithelregeneration (Arch. f. mikr. Anat., 26. köt., 1886, 229—306. lap).

³⁾ WEISMANN A., Die nachembryonale Entwicklung der Musciden (Zeitschr. f. wiss. Zool., 14. köt., 1864).

és azokat a táplálék fölvétele után $1\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, 4, 6, 24 és 48 óra múlva és néhány példányt négy, sőt több heti koplalás után öltem meg; ilyen módon sikerült az elválasztás főbb folyamataihoz hozzájutnom.¹⁾

Hosszú ideig koplaló példányoknál a középbelet kibélelő hám pontosan egyrétegű. Sejtjei hosszúira nyúltak, hengerek. A középbél lumenje felé eső részüket világosan látható pálczikás szegély (rhabdiorium) borítja, mely pikrinsavval sárga, saurefuchsinnal és eosinnal élénk vörösre festődik.

¹⁾ A chloroformmal megölt bogarakból gyorsan víz alatt kikészített középbél és Malpighi-edények szövettani rögzítésére különböző rögzítőfolyadékokat használtam. Legjobban bevált a Mayer-féle pikrinsavas és a Möller-féle formolos kalium bichromatos rögzítőfolyadék (készítését l. Zeitschr. f. wiss. Zool., 66. köt., 1899. 85—86. lap), továbbá a Carnoy-féle folyadék (abs. alkohol 6 rész, chloroform 3 rész és ecetsav 1 rész). Az utóbbi folyadékkal való rögzítés (10—20 percig) után kaptam a legtanulságosabb és legvilágosabb mikroszkópi készítményeket. A szublimátos rögzítőfolyadékok (szublimát-alkohol, Lang-féle folyadék stb.) a középbél hámjának tanulmányozására úgyszólván teljesen hasznavehetetleneknek bizonyultak.

Pontos hossz- és keresztmetszetek készítése céljából a kikészített bélcsövet a 14. lapon már említett módon, vékony fapálczikákhoz kötve, rögzítettem.

Beágyazásra kizárólag celloidint használtam.

A bélcső szerkezetének általános áttanulmányozása céljából 15—20 μ vastag sorozatos metszeteket, a részletek tanulmányozása céljából pedig 5—8 μ vastag metszeteket készítettem.

Festésre rendszeren timsós haemateint és eosint, továbbá Heidenhain-féle vashaematoxylin-festést használtam. Különösen a bélcső anatómiai és általános szövettani szerkezetének megismerése céljából számos készítményt CALLEJA-féle módszerrel (leírását l. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, 15. köt., 322—324. lap) lithium carbonatos karminnal és pikrinsavas indigokarminnal, továbbá VAN GIESON és MÖLLER W. módszere szerint haematoxylinnal és saurefuchsinos pikrinsavval festettem meg (l. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, 15. köt., 172—177. lap). E módszerekkel festett és rendszeren kitűnően differenciálódó készítmények különösen a bélcső szövettani szerkezetének átnézetes tanulmányozásánál voltak nagy segítségemre. A szövettani részletek tanulmányozásánál nagyon bevált a Heidenhain-féle vashaematoxylinos festésen kívül a Giemsa—Romanowsky-féle festés eosinos utánfestéssel.

A pálczikás szegély folytonos, rajta sem kereszt-, sem hossz-metszeteken nagyobb folytonossági hiányok nincsenek. Közvetlenül alatta, egymástól határozottan elkülönülő, haematoxylinnal ibolyaszínűre festődő szemecskék, majd ez alatt kisebb-nagyobb számban, szabálytalanul elrendezett szemecskék láthatók, melyek azonban haematoxylinnal már kevésbé színeződnek. A sejt testében (sarc) a sejtek alapján eosinnal és saürefuchsinnal megfestődő, számtalan, különböző vastag fonalacska húzódik, melyek jobbra a sejt hossz tengelye irányát követik. A sejtplasma többi része finoman szemecskés szerkezetű. A sejtmag rendesen tojásdad-alakú és a sejtek közepén foglal helyet. Chromatin-állománya szemecskékben tömörül s rendesen egyenletesen van elosztva a mag állományában. Táplálékfelvétel alkalmával a hámsejteknek a bél belseje felé eső részén nagy mennyiségben váladékszemecskék halmozódnak fel. Utóbbiak később egyre nagyobb mennyiségben fejlődnek, a sejtek közepén túl azonban alig nyúlnak mélyebbre; a hámsejtek alapja felé eső részén váladékszemecskéket sohasem észleltem. A váladékszemecskék ezután a pálczikás szegély alatt oly nagy tömegben gyűlnek össze, hogy a hámsejteknek a bél belseje felé eső részét bunkóalakúan megduzzasztják és a pálczikás szegélyt, mely ilyenkor egyre keskenyebbé válik, felismerhetetlenné teszik. A bunkóalakú duzzanatok mindinkább nagyobbodnak s végül lefűződnek a sejt testéről és nagy cseppekhez hasonló alakban a középbél ürterébe (lumen) kerülnek. Természetesen ilyenkor nagyon gyakran egész sejtek tönkremennek s a bunkóalakúra nőtt és levált részekkel együtt sejtmagvak is belekerülnek a középbél lumenjébe, a hol azután tönkremennek. Mindazonáltal mégis általános szabály, hogy a hámsejtek elválasztó működésük folyamán nem szükségképpen pusztulnak el. A váladékszemecskéket tartalmazó bunkó- és cseppalakú duzzanatok leválasztása után a pálczikás szegély ismét előtűnik és a váladékszemecskék fejlődése újból megindul. A középbél bélelő hámsejteknek azonban nem mindegyikén észlelhető a váladékszemecskék felhalmozódása. Olykor nagy területeken a hámsejtek teljesen nyugalomban vannak; lumen felé eső részüket jól

látható pálczikás szegély borítja s váladékszemeccskék sincsenek nagyobb számmal bennük. Ezek a sejtek valószínűleg felszívó sejtek. E föltevésemnek erős bizonyítéka, hogy bőségesen táplálkozó Gnaptor-ok középbéléből készített és osmiumoldatba (10/0-os) áztatott metszeteken ezekben a sejtekben olykor nagyon nagy számban fekete rögöcskék észlelhetők, melyek nyilvánvalóan zsírszemeccskék.¹⁾ Hasonló zsírszemeccskéket az erősen elválasztó hámsejtek belsejében csak elvétve, nagy ritkaságképpen lehet találni.

Az elválasztó és felszívó sejtek számát — észleleteim szerint — a felszívásra alkalmas anyag jelenléte és mennyisége szabja meg. Rendesen táplálkozó Gnaptor-ok középbélében rendszerint az egyik oldalon levő hámsejtek a bél egész hosszában nem választanak el, hanem minden bizonynyal a felszívásra alkalmassá tett anyagok egy részét szívják fel. Hosszabb ideig koplaló állatok középbélében úgyszólván az összes sejtekben megindul a váladékszemeccskék termelése és felhalmozódása. A nyugvó sejtek száma ilyenkor aránylag nagyon kevés. Ezt a leletet úgy magyarázom, hogy rendesen táplálkozó Gnaptor-ok középbélében mindig van felszívásra alkalmas anyag, ezért az elválasztó és nyugvó sejtek száma egymással arányos. A hosszú ideig koplaló

¹⁾ Sok észleletem arra vall, hogy a közébbelet kibélelő hámsejtekben kimutatható zsírszemeccskék tartaléktáplálékul szolgálnak. A nyáron gyűjtött Gnaptorok középbélének bizonyos sejtjeiben különösen feltűnő sok a zsírszemeccske, ellenben a tavaszi példányokéban csak elvétve és ritkán találtam zsírszemeccskéket. Különösen nagyon sok azoknak a Gnaptoroknak középbéli sejtjeiben a zsírszemeccske, a melyeket zsírban nagyon gazdag anyagokkal tápláltam. Hasonlót észlelt több rovaron SCHLÜTER C. is (lásd Beiträge zur Physiol. u. Morphologie d. Verdauungsapparates d. Insekten; Zeitschrift f. allg. Physiologie, 13. köt., 3. füzet, 155—200. lap), a ki azonfelül azt is megállapította, hogy a csótány (*Periplaneta orientalis*) és más vizsgált rovarok zsírt nem tartalmazó anyagokkal táplálkozva is zsírszemeccskéket képeznek középbéli sejtjeikben, vagyis szerinte a rovarok növényi táplálékból önállóan is tudnak zsírt felhalmozni. Így pl. SCHLÜTER egy futóbogarat (*Carabus*) 5 napi koplalás után hat napon keresztül almával táplált s középbéli sejtjei épp úgy tele voltak zsírszemeccskékkel, mint azon futóbogarak középbéli sejtjei, melyek hússal táplálkoztak (id. mű, 183. lap).

Gnaptor-ok középbelében nincsen felszívásra alkalmas anyag, ezért a hámsejteknek elválasztó működése tolul homloktérbe.

Olyan különleges, már különös alakjukkal is feltűnő felszívó sejtek, a melyeneket VAN GEHUCHTEN¹⁾ a *Ptychoptera contaminata* középbelében talált, a Gnaptor középbelében nincsenek. Úgyszintén hiányzanak a Gnaptor középbeléből azok a sejtek is, melyeket DEEGENER P.²⁾ kehelysejteknek (calycocyta) nevezett el s melyek az előbb leírt hámsejtekhez teljesen hasonló sejtekkel, az úgynevezett sphaerocytákkal együtt alkotják pl. a *Malacosoma castrensis* nevű lepke hernyója középbelének hámrétegét. DEEGENER vizsgálatai szerint ugyanis bizonyos hernyók középbelében a regeneratiora való sejteken kívül kétféle hámsejt van. Az egyik féleséget sphaerocyta, a másikat calycocyta névvel jelöli. A sphaerocyták teljesen megegyeznek a különböző szerzőktől a rovarok középbeléből »hengeres hámsejt« néven leírt sejtekkel; jellemző reájuk, hogy sejtmagjuk nagy s rendszeren a sejt közepe táján foglal helyet, továbbá, hogy basophil váladékukat mindig bunkóalakú sejtfüggelékek alakjában juttatják a középbel lumenjébe. A calycocyták egyértékűek a különböző szerzőktől leírt kehelysejtekkel és Leydig-féle egysejtű mirigyekkel; a sphaerocytákkal ellentétben jellemző reájuk, hogy magjuk kicsi és a sejt alapi részén foglal helyet és hogy váladékuk acidophil. DEEGENER a *Malacosoma castrensis*-en tett vizsgálatai³⁾ alapján először azt gondolta, hogy e kétféle sejt tulajdonképpen csak egyazon fajtájú hámsejtnak különböző működésbeli szaka. Később a *Deilephila euphorbiae* nevű lepke hernyóján és más rovarokon tett vizsgálatai⁴⁾ arról győzték meg, hogy e kétféle sejt teljesen

¹⁾ VAN GEHUCHTEN, id. műve.

²⁾ DEEGENER P., Beiträge zur Kenntniss der Darmsekretion. I. Teil: *Deilephila euphorbiae* (Archiv f. Naturgeschichte, 75. évf., 1909, I. köt., I. füzet, 100. lap).

³⁾ DEEGENER, Entwicklung des Darmkanals der Insekten während der Metamorphose. 2. *Malacosoma castrensis* (Zool. Jahrbücher (Spengel), XXIV. köt., 1908).

⁴⁾ Archiv f. Naturgeschichte, 75. évf., 1909, I. köt., 71—110. lap, II. tábla.

különböző hámsejt-típus s hogy egyik a másikká sohasem alakulhat át. Különböző hernyókon tett vizsgálataim alapján teljesen megerősíthetem DEGENER felfogását. A megvizsgált hernyók középbelében mindenütt megtaláltam a kétféle sejtet, a *Gnaptor*, *Carabus*, *Necrophorus* s még számos más bogár középbelében azonban hiába kutattam a calycocyták után, úgy hogy ennek alapján állíthatom, hogy a bogarak legnagyobb részének középbelét egyféle (homomorph) hámsejtek bélelik, melyek a megemésztésre és felszívódásra való anyagok mennyisége szerint majd elválasztó, majd pedig felszívó működést fejtenek ki. Koplaló állatok középbelének úgyszólván összes hámsejtjei elválasztó működést fejtenek ki ; mindegyik hámsejtnak a bél lumenje felé eső részén ott található a váladékkal telt bunkó- vagy cseppalakú függelékek.

Minden észleletem a mellett bizonyít, hogy nem a középbelbe felvett táplálék hatására indul meg a hámsejtek elválasztó működése. Mihelyt nincs a középbelben felszívódásra alkalmas anyag, rögtön az elválasztó működés lép homloktérbe, úgy hogy éppen ezért a koplaló bogarak középbele mindig tele van emésztőváladékkal, mely tehát már minden esetben készen várja a középbelbe jutó táplálékot. E sajátos folyamat eredménye, hogy még nagyon hosszú ideig tartó koplalás esetén sem üres a bél ; a középbel hámsejtjei folytonosan újabb váladékot termelnek, mely teljesen kitölti a középbel belsejét. Az elválasztás folyamata maga koplaláskor időszakosan megy végbe. Ha a középbelben nincsen emésztésre és felszívódásra alkalmas anyag, miként már előbb említettem, úgyszólván az összes középbeli hámsejteken rendkívül élénk elválasztási folyamatok észlelhetők. Minden sejtről leválnak az emésztőváladékkal telt bunkó- és cseppalakú függelékek. E folyamattal kapcsolatosan pedig, miután a sejteknek a bél belseje felé tekintő részéről a bél lumenjébe került a váladék, ott azon a helyen, a hol ez a váladék érintkezik a középbel hámsejtjeivel, lemezes szerkezetű, nyálkás, kocsonyanemű hártya keletkezik s ez a középbel tartalmát körülburkolja. Ez a hártya, melyhez hasonlót a *Hemerobius perla* közép-

belében RAMDOHR¹⁾ már 1811-ben észlelt s melyet SCHNEIDER A.²⁾ tölcser (»Trichter«) névvel jelölt, melyet azonban ma BALBIANI³⁾ és PLATEAU⁴⁾ nyomán peritrophicus hártának (»membrane peritrophique«) szokás nevezni, rendkívül ellenálló. Közöséges káli- és nátronlúg nem oldják fel. Úgyisztén hatástalan rá a pepsin-, diastase-oldat is. Trypsin-oldat megállapíthatólag kissé oldja. Jóddal barnára színeződik. A festékeket nehezen veszi fel, azonban 10⁰/₀-os sósavas anilinnel és 10⁰/₀ kalium bichromattal kezelve kék színt ölt, a mi chitin vagy chitinszerű anyagra vall. Nagy mennyiségben fehérjeszerű anyagok is vannak benne, mert a biuretreakció és Millon-féle próba pozitív eredményre vezet.

A Gnaptor peritrophicus hártája keresztmetszeteken határozottan lemezes szerkezetű, az egyes lemezek hullámos felületűek. Ha a peritrophicus hártát tartalmával együtt kiszabadítjuk a középbélből s hosszában a tárgyüvegre fektetve mikroszkóppal vizsgáljuk, vagy ha belőle hossz- és keresztmetszeteket készítünk és sósavas-anilinoldattal meg 10⁰/₀-os kalium bichromattal kezeljük,⁵⁾ világosan látható,

1) Id. mű, 152. lap.

2) Zool. Beiträge, II. köt., 1887, 82. lap.

3) Arch. de Zool. expér., 2. sorozat, 8. köt., 1890. (Études anatomique et histologique sur le tube digestif des Crytops.)

4) PLATEAU, Rech. sur les phénomènes de la digestion chez les Insects, Gand-Leipzig, 1874.

5) Eljárásom a következő volt: A peritrophicus hártából készített metszeteket 3—4 percze 10⁰/₀-os sósavas anilin-oldatba tettem, melyhez a metszetek betevése előtt 10 köbcentiméterenként egy csepp sósavat cseppentettem. Ezután a metszeteket gyorsan vízzel leöblítve 10⁰/₀-os vizes kaliumbichromat oldatba tettem át és ebben tartottam mindaddig, amíg a peritrophicus hártája élénken meg nem festődött. A kezdetben zöld színű festődés közöséges vízvezetéki vízben vagy ammoniás alkoholban sötétkék színt ölt. Az ilyen készítményeken a peritrophicus hártája, mely máskülönben nagyon nehezen, vagy egyáltalában nem színeződik, jól tanulmányozható. Kár, hogy az ilyen készítmények kanadabalzsamban állandósítva csakhamar megzöldülnek és kifakulnak. V. ö. BETHE A., Die Otocyste von Mysis (Zool. Jahrb., Abtheil. f. Anat. u. Ontog. d. Thiere, VIII. köt., 1895, 544—564. lap).

hogy az egyes lemezek ismét számos hosszanti irányú rostból vannak összetéve. A peritrophicus hártya kifejlődése után a hámsejtek látszólag nyugalmi szakba kerülnek, de ha a Gnaptor nem jut táplálékhoz, bizonyos idő múlva a hámsejteken ismét megindul az elválasztó folyamat, melynek eredménye újból az, hogy váladékgömbök fűződnek le a hámsejteknek a bél lumenje felé eső részéről és a váladék meg a hámsejtek közti határon ismét újabb peritrophicus hártya keletkezik. Hosszabb ideig koplaló bogarak közepbelében ez a folyamat a mikroszkópi képek alapján ítélve, valószínűleg szabályosan ismétlődő időközökben többször megismétlődik. Láttam olyan koplaló Gnaptor-okat, melyeknek közepbelében megszámlálhatatlanul sok lemezből álló peritrophicus hártya burkolta a béltartalmat.

A középbelet kibélelő hámsejtek felszívó és elválasztó működésük kifejtése után hovatovább elcsenevésznek, s feladatuk további teljesítésére mindinkább alkalmatlanná válnak s fokozatosan elpusztulnak, ezért pótlásukról a szervezetnek okvetetlenül gondoskodnia kell. Ez a pótlás a különböző bogarak közepbelében különbözőképpen megy végbe, ezért e folyamat tanulmányozása mindig hálás themája volt a különböző bűvároknak. Valóban e tárgyról ma már nagyon sok adattal szolgál az irodalom. Bármennyire is eltérő a különböző vizsgálók megfigyelése és értelmezése a regenerálódás szövettani részleteit illetőleg, mégis a rendelkezésre álló adatok minden erőltetés nélkül két csoportba oszthatók. A vizsgálók egy része szerint a hám pótlódása részlegesen és fokozatosan, másik része szerint pedig időszakosan és egyszerre megy végbe. Az előbbi felfogás hirdetői: FRENZEL,¹⁾ ADLERZ,²⁾ ROUVILLE,³⁾ BALBIANI,⁴⁾ DEEGE-

¹⁾ FRENZEL, Einiges über den Mitteldarm der Insekten, sowie über Epithelregeneration (Archiv f. mikr. Anat., 26. köt., 1886, 229—306. lap, 7—9. tábla).

²⁾ ADLERZ, Om digestionssecretionen jemte några dermed sammanhängande fenomen hos insekter och myriopoder (Bih. Svenska Akad. Handl., 16. köt., 1890).

³⁾ DE ROUVILLE, Sur la genèse de l'épithélium intestinal (Compt. Rend. Acad. Paris, 120. köt., 50—52. lap).

⁴⁾ BALBIANI, Étud. anatomiques et histologiques sur le tube

NER,¹⁾ RUNGIUS²⁾ az utóbbinak a régibb és újabb bűvárok egész serege, főleg BIZZOZERO,³⁾ RENGEL⁴⁾ és a physiologusok sorából BIEDERMANN⁵⁾. A részletek ismertetését e helyen bizvást elmellőzhetem, mert egyrészt a most említett szerzők dolgozatai bőséges felvilágosítással szolgálnak, másrészt ez alkalommal specialisan a Gnaptor-nál csak annyiban akarom a regenerálódás folyamatát vázolni, a mennyiben szükséges ahhoz, hogy rámutassak a Malpighi-edények átvágásával együttjáró regenerálódásbeli változásokra.

A Gnaptor középbélében a hám regenerálódása rendes viszonyok között fokozatosan és részlegesen megy végbe. A regenerálódás folyamata a középbél falán kis nagyítással is látható mirigyszerű kitüremlésekből indul ki. E kitüremléseket a német vizsgálók »Drüsenkrypten«, vagy újabban egyszerűen »Krypten«, az olaszok »cripte glandulari«, »nidi di cellule«, »follicoli gastrici« névvel jelölik; magyarul leg-

digestif des Cryptops (Arch. Zool. expér., 2. sorozat, 8. köt., 1890, 1—82. lap, 1—6. tábla).

¹⁾ DEGENER, Beiträge zur Kenntnis der Darmsekretion. I. *Deilephila euphorbiae* L. (Archiv f. Naturg., 75. évf., 1909, I. köt., 1. füzet, 71—110. lap, II. tábla.) II. *Macrodytes (Dytiscus) circumcinctus* Ahr. (Ugyanott, 76. évf., 1910, I. köt., 2. füzet, 27—43. lap).

²⁾ RUNGIUS, Der Darmkanal (der Imago u. Larve) von *Dytiscus marginalis* L. (Zeitschr. f. wiss. Zool., 98. köt., 179—287. lap, 74 ábrával).

³⁾ BIZZOZERO, Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Darmkanals u. d. Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel d. Schleimhaut (Archiv f. mikr. Anat., 42. köt., 1893, 102—128. lap; olaszul megjelent az Atti Acad. Torino-ban (27. köt., 1891, 988—1004; 28. köt., 103—117. lap). — U. a., Sulla derivazione dell' epitolo dell' intestino dell' epitelio delle sue ghiandole tubulari (Atti Acad. Torino, 24. köt., 1889, 702. lap).

⁴⁾ RENGEL, Ueber die Veränderungen des Darmepithels bei *Tenebrio molitor* während der Metamorphose (Zeitschr. f. wiss. Zool., 62. köt., 1896, 1—60. lap). — U. a., Ueber d. period. Abstossung u. Neubildung d. ges. Mitteldarmepithels b. *Hydrophilus*, *Hydrous* u. *Hydrobius* (Zeitschr. f. wiss. Zool., 63. köt., 1898, 448—455. lap).

⁵⁾ BIEDERMANN, Beiträge z. vergleich. Physiologie der Verdauung. I. Die Verdauung d. Larve von *Tenebrio molitor* (Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 72. köt., 1898, 105—162. lap).

találókban hámpótló telepeknek nevezhetnők. Régebben e hámpótló telepeket a FRENZEL¹⁾ értelmezése nyomán, a *Tenebrio* lárváján tett vizsgálatai alapján, mirigyeknek tekintették. Azonban már 1887-ben kimutatta OUDEMANS²⁾ a *Machilis maritima*, *Lepisma*, *Campodea* és *Japyx*, továbbá MIALl és DENNY³⁾ a *Periplaneta* bélcsövén tett vizsgálatai alapján, hogy az ú. n. »Frenzel-féle crypták« fiatal csirasejtek telepei, melyek a középbél hámjának pótlására valók. Ehhez a nézethez csatlakozott 1890-ben BALBIANI⁴⁾ is a *Cryptops* nevű százlábún tett észleletei alapján. Azóta ezt a felfogást általánosan elfogadták. Szövetteni szerkezetük a Gnaptor középbelében a következő :

A kitüremlések a középbél izomrétegébe vannak beiktatva. Mindegyiket kívülről rendkívül ellenálló, a középbél alaphártyájára emlékeztető hártya borítja. Fenekén nagy számban, nagymagvú, dús chromatintartalmú sejtek foglalnak helyet, melyek mitotikusan élénken osztódnak; ezek alkotják a regenerálásra való sejtek anyasejtjeit. Közvetetlenül a regenerálódás szaka utáni időben a hámpótló függelékeket úgyszólván egészen ilyen csirasejtek töltik ki. Bizonyos idő múlva e sejtek között differenciálódás áll be s a függelék közepé tájékán hengeres hámsejtek fejlődnek, melyek a »nyugalmi szakban« alapi részükön kívül egész belsejüket kitöltik s úgy borulnak egymásra, mint a rügyben az egyes levélkéik. Később ezen sejteknek a függelék belseje felé tekintő részén szemecskés váladékkal telt vacuolák fejlődnek, melyek a függelék oldalfalaira nyomást gyakorolnak, úgy hogy a hámpótló függelék tömlőalakjukat hovatovább elvesztik s

¹⁾ FRENZEL, Ueber d. Darmkanal d. Crustaceen nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration (Archiv f. mikr. Anat., 25. köt., 1885, 137—190. lap). — U. a., Einiges über d. Mitteldarm d. Insekten, sowie über Epithelregeneration (Archiv f. mikr. Anat., 26. köt., 1886, 229—306. lap).

²⁾ OUDEMANS, Bijdrage tot de kennis der Thysanura en Collembola. Acad. Schrift., Amsterdam, 1—104. lap.

³⁾ MIALl és DENNY, Studies in comp. anat. 3. The structure and life-history of the cockroach (*Periplaneta*) an introduction of insects; London and Leeds, 1886, 1—224. lap.

⁴⁾ Arch. Zool. Expér., 2. sorozat, 8. köt., 1890, 1—82. lap.

harántátmérőjük mindinkább nagyobbodik. Ugyanekkor a középbél izmai is erősen összehúzódnak. E kétféle nyomás hatására a függelékek hosszanti tengelye megrövidül s a középső részüket elfoglaló sejtek a középbél hámsejtjeihez közelebb kerülnek. Eközben a függelékek középső részét alkotó hengeres sejtek száma egyre jobban szaporodik s alakjuk mindinkább a középbelet kibélelő hámsejtekhez válik hasonlónvá. Ugyanekkor az előbb említett szemecskés váladék nyomásának hatására a hámpótló függelék harántátmérője, különösen a középbél lumenje felé eső részén, még inkább nagyobbodik s a középbelet kibélelő hám meg a hámpótló függelékek középső és distalis részét borító hámsejtek közti határ hovatovább elmosódik. Természetesen a most vázolt folyamat közben a függelékek alapján levő csirasejtek osztódás útján folyton újabb sejteket hoznak létre, melyek azután fokozatosan a középbél hámsejtjeihez válnak hasonlónvá, úgy hogy végeredményben elfoglalhatják a működésben kimerült és az elválasztás folyamata közben tönkrement középbéli sejtek helyét. Miután a középbél hámja ilyen módon fokozatosan megújult, a hámpótló függelékek csirasejtjei is kevésbé élénken osztódnak, a középső részen a váladékszemecskék elválasztása is félbemarad s a középbél izomzata is megernyed. Ennek eredményeképpen a hámpótló függelékek mindinkább visszanyerik azt az alakot, melyet a regenerálás folyamatának vázolása kezdetén ismertettem. A regeneráló középbéli függelékek működésének főbb szakai láthatók a III. tábla 9. rajzán bemutatott négy függelék (cs. *tel.*) keresztmetszetén.

FOLSOM J. W. és WELLES M. U.¹⁾ a Collembolák középbélének hámsejtjein nagyon érdekes elválasztásbeli és kiválasztásbeli folyamatokat észleltek. Megfigyeléseik szerint az elválasztás első szakán levő középbéli hámsejtek nagyjában ugyanolyan szerkezetűek, mint a Gnaptor középbéli hámsejtjei a nyugalmi szakban, vagyis hengerek, magjuk a

¹⁾ FOLSOM és WELLES, Epithelial Degeneration, Regeneration and Secretion in the Mid-Intestine of Collembola (University of Illinois. The University Studies, II. köt., 2. szám, 1906, 1—40. lap).

sejt közepén vagy kissé az alapján foglal helyet s a bél lumenje felé eső részüket pálczikás szegély borítja. Később ezek a sejtek hosszanti irányban tetemesen megnyúlnak, sejtmagjuk a sejtek alapi részére húzódik; ugyanakkor protoplasmájuk két részre: a bél lumenje felé tekintő külső és a sejt alapi részét tevő belső részre különül. A külső rész habos szerkezetű, sok benne a váladékkal telt vacuola és concretio, azonkívül degenerálódó sejtmagvak és tömegtelen mennyiségben betokozódott Gregarinák foglalnak benne helyet. Később a most említett külső protoplasma-rész alján, vagyis a külső és belső protoplasmarész határán élesen látható hártya (intima) fejlődik; utóbbi hártya a külső részt elkülöníti a belsőtől, melyben a hámsejtek magjai a szükséghez képest amitotikusan osztódnak. Ezután a külső protoplasmarész leválik, hovatovább teljesen tönkremegy s ekkor a benne felhalmozott emésztőnedvek és bomlástermékek is felszabadulnak. A visszamaradó alsó rész eközben megújulva és új pálczikás szegélyt fejlesztve, alkotja a középbél hámját. Az előbb vázolt folyamat azután újból megismétlődik.

Némileg hasonló folyamatot észleltem a Gnaptor egy példányának középbéli hámsejtjein is. Ennek a Gnaptor-nak a belében temérdek Gregarina volt s ezért, valamint azért, mert, bár számtalan Gnaptor középbélét vizsgáltam, de csak egyetlen egy esetben észleltem hasonló folyamatot, az elválasztásnak ezt a módját a Gnaptor-nál nem tartom rendesnek; csupán kivételesen nagyon ritkán fordulhat elő akkor, a mikor a hámsejtek szabadulni akarnak attól a nagy tehertől, melyet a bélben a rendesnél nagyobb mennyiségben élősködő Gregarinák rónak a hámsejtekre. A Collemboláknál FOLSOM és WELLES szerint ez a folyamat állandó.

A Gnaptor középbélét bélelő hámsejtek elválasztásának és regenerálódásának ismertetése után most már áttérhetek azoknak a változásoknak vázolására, a melyeket a Malpighi-edények átvágása után észlelhetünk.

Már előbb említettem, milyen módon vágathók át a legczélszerűbben a Gnaptor Malpighi-edényei azon a helyen,

a hol azok a bélbe ömlenek. Az ilyen átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-ok sikeres operáció esetén néhány napig életben tarthatók, sőt táplálkozásra is bírhatók. Vizsgálataim célját tekintve, különösen az utóbbiak középbélének szövettani szerkezete érdekelt. Ezeknek vizsgálata útján véltem új adatokhoz juthatni. Feltevésemben nem is csalódtam.

Az ilyen átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-ok középbéléből készített metszetek érdekes és a Malpighi-edények működésére vonatkozólag nagyon fontos változásokat tártak elő. Mindenekelőtt feltűnő, hogy az ilyen Gnaptor-ok középbélében a hámsejtek pontosan egyrétegűek s a normális Gnaptor-ok középbéléből származó hámsejtekhez képest degeneráltaknak látszanak (III. tábla, 10. és 11. rajz). A lumen felé eső részükön atalmasan fejlett pálczikás szegélylyel (10. és 11. rajz, *pálc. sz.*) vannak ellátva. Magjuk pontosan a sejtek közepén foglal helyet s chromatin-állományuk szegényebb a rendes sejtek magjáénál, éppen ezért a sejtmagvak kevésbé festhetők is meg a szokásos magfestőszerekkel. Legérdekesebb azonban az, hogy az ilyen átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-ok középbélének hámsejtjein elválasztásbeli folyamatok nem észlelhetők. A III. tábla 11. rajzán keresztmetszetben és ugyanott a 10. rajzon hosszmetsetben feltüntetett Gnaptor-ok középbélén is látható, hogy ámbár a bél tele van béltartalommal (*bt*), a hámsejteknek a bél lumenje felé eső részén sehol sem láthatók az előbbieken már ismertetett bunkó- és cseppalakú függelékek, melyek vacuoláikban az emésztőnedveket tartalmazzák. Különösen nyomatékkal kell hangsúlyoznom, hogy nemcsak az operáció után táplálkozó Gnaptor-ok középbélében ilyenek a viszonyok, hanem az operáció után több napig kopláló példányok középbélében is. Ez annál feltűnőbb, mert rendes körülmények között — miként már fentebb kiemelttem — kopláláskor úgyszólván az összes középbéli hámsejteken láthatók az elválasztással összefüggő jellemző változások, vagyis az összes középbéli hámsejtek distális részéről eltűnik a pálczikás szegély s helyén a sejtek a bél lumenje felé eső részü-

kön tele vannak bunkó- és gömbalakú nyúlványokkal, úgyszintén a hámsejtek és a peritrophicus hártya közti rész is tele van leválott és immár szemecskékre esett váladékgömböcskékkel. Mindez az operált Gnaptor-ok középbelében hiányzik. A rendes és operált Gnaptor-ok középbele közti nagy különbség világosan és minden leírásnál többet mondóan kiderül a mellékelt III. táblán levő 9., 10. és 11. rajz összehasonlításából. A 9. rajz a rendszeren táplálkozó, nem operált Malpighi-edényekkel bíró Gnaptor középbelének keresztmetszetét tünteti fel, a 11. és 10. rajz pedig az olyan Gnaptor középbelének kereszt-, illetve hossz-metszete, melynek Malpighi-edényeit átvágtam s melyik az operálás után szintén rendszeren táplálkozott.

Minden készítményem a mellett bizonyít, hogy a Gnaptor-ok középbelében a Malpighi-edények átvágása után megszűnnek az elválasztásbeli folyamatok. Ezzel állhat összefüggésben az is, hogy az átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-ok középbelében a hámregeneráló függelékeken sem észlelhetők azon folyamatok részletei, melyeket az előbb vázoltam, mikor a rendszeren táplálkozó és koplaló Gnaptor-ok középbelének hámregeneráló függelékeinek működését ismerttettem. Az átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-ok középbelében, miként a III. tábla 10. és 11. rajzán látható, a hámregeneráló függelékek (cs. tel.) szerkezete fölöttébb egyszerű s az operáció után rendszeren táplálkozó vagy az operáció után több napig koplaló Gnaptor-oknál egyaránt egyforma. Kívülről ellenálló hártya borítja őket s ezen belül a függelékek alapján nagyon lanyhán osztódó csirasejteket találunk, melyeknek aránylag nagy, de a rendesnél szegényebb chromatin-állományú magja van. Ezen sejtek után, melyek a hámréteg csítarétegét képviselik, a középbél lumenje felé haladva, a csíraréteg sejtjeinek osztódásából származó s a középbél működő hámsejtjeihez egyre hasonlóbb sejteket várunk. E helyett azonban a hámregeneráló függelékeknek ezen a részén csupán szemecskés váladékot találunk, mely a középbél hámsejtjei közé furakodva, helyenként a pálczikás szegélyt is áttöri s ezen a részen át a középbélbe jut. Mindez szépen látható a III. tábla 11. rajzán, mely az átvágott Malpighi-edényű

Gnaptor középbeléből készített keresztmetszetnek egyik részletét mutatja be hű microphotographiai fölvétel szerint.

Az átvágott Malpighi-edényű Gnaptor-okon tett észlelteim alapján a következőket állapíthatom meg:

A Malpighi-edények átvágása sikeres operáció esetén nincsen hatással a Gnaptor táplálékfölvételére. Az operált állat a Malpighi-edények átvágása után is tud táplálékot fölvenni. A Malpighi-edények átvágása azonban lényegesen hat a középbel hámsejtjeinek működésére, a mennyiben a Malpighi-edények átvágása után szünetel a középbeli hámsejtek rendes elválasztó működése s ezzel kapcsolatosan megszűnik a hámregeneráló függelékek rendes tevékenysége is. Utóbbiakon a regenerálás folyamata helyett az elválasztó működés tolul homloktérbe. Ámde ez az elválasztás nem a középbeli hámsejtek normális elválasztásának pótlására való, hanem a rendes körülmények között az elválasztás folyamán kimerült és tönkrement középbeli hámsejtek pótlására szolgáló sejtek szemecskés szétesésének eredménye. Az átvágott Malpighi-edényű és rendes, nem operált, vagyis ép Malpighi-edényekkel bíró Gnaptor-ok középbeléből készített metszetek (lásd a III. táblán a 9., 10. és 11. rajzot) gondos összehasonlítása azt a gondolatot ébresztí, hogy a Malpighi-edények váladéka serkentőleg hat a középbel hámsejtjeire, elválasztó működésüket fokozza és szabályozza, sőt talán a bélbe juttatott anyagaival közvetetlenül siettetí az emésztés folyamatát. Persze e föltevést morphologiai alapon nem lehet tovább bizonyítani, éppen ezért élettani kísérleteket végeztem, hogy meggyőződjem föltevésem helyes vagy helytelen voltáról.

V.

A MALPIGHI-EDÉNYEK VÁLADÉKÁNAK HATÁSA A KÖZÉPBÉL MŰKÖDÉSÉRE.

Azokat az élettani kísérleteimet, melyeket a Malpighi-edények váladékának a középbel működésére gyakorolt hatása megismerése céljából végeztem, áttekinthetőség céljából a következő csoportokba összeállítva közlöm: Az első csoportba azok a kísérletek tartoznak, a melyek a *Gnaptor* és *Necrophorus* középbelének rendes emésztőműködése megismerésére vonatkoznak. A másodikba azok, a melyek arról adnak felvilágosítást, vajjon tartalmaznak-e a Malpighi-edények emésztést gátló vagy serkentő anyagokat. Végül a harmadik csoportba soroztam azon kísérleteimet, melyeknek célja volt kikutatni: tartalmaznak-e a Malpighi-edények sejtjei maguk emésztőnedveket.

A) A *Gnaptor* és *Necrophorus* középbelének emésztő működése.

Míg a bogárlárvák középbelének élettani működéséről több, minden tekintetben megbízható, szabatos vizsgálatok eredményén alapuló dolgozat számol be, addig olyan értekezés után, mely a kifejlődött bogarak középbelének élettani működését hasonló alapossággal és részletességgel tárgyalná, hiába kutatunk a világirodalomban. Éppen ezért kellett mindenekelőtt a kifejlődött bogarak középbelének emésztőműködéséről tájékozódnom. E célra a *Gnaptor* és *Necrophorus* bélcsövét szemeltem ki. Választásom azért esett

éppen erre a két bogárra, mert belőlük nagymennyiségű élő példány állott rendelkezésemre, s így reményem volt arra, hogy fennakadás nélkül egyforma anyagon hajthatom végre az összes tervbe vett vizsgálatokat. Reményem teljesedett is, a mennyiben négy év leforgása alatt sikerült ezen a két bogárféleségen úgy az emésztésre, mint a Malpighi-edények élettani működésére vonatkozó vizsgálatokat elvégezni.

Emésztő-kísérleteim leírását a módszerek közlésével kezdem.

A bogarakat aether-gőzökkel öltem meg s a szokásos módon víz alatt kikészítettem bélcsövüket és középbelüket kivágtam. Utóbbiakat kétszer-háromszor destillált vízben mostam s részben fagyasztás után, részben pedig hevenyében, sterilizált kvarczporral péppé zúztam szét. Fagyasztás után rendszeren erősebben ható emésztőoldatokat kaptam. Baktériumok hatásának teljes kizárása céljából a néhány csepp destillált vízzel hígított és szétdörzsölt középbél-péphez 1—1.5% töménységig fluornatriumot tettem s az egészet toluollal telítettem. A toluolt, mely FISCHER E.¹⁾ vizsgálatai szerint a baktériumok hatását kizárja, de az enzymek és fermentek működését nem akadályozza, fölös mennyiségben használtam; minthogy vízben csak mintegy 3% toluol oldódik, az emésztőoldathoz mindig annyi toluolt öntöttem, hogy felületén még néhány csepp oldatlanul maradt. Ez az antisepticum, miként ellenőrző kísérleteim bizonyítják, mindig jól bevált és a baktériumhatást teljesen megakadályozta. Az így előkészített és átszűrt középbél-kivonatnak emésztőhatását figyeltem meg különböző anyagokra s emésztő-kísérletekkel igyekeztem megállapítani, milyen emésztő enzymeket tartalmaz a középbél.

1. *Fehérjeoldó enzymek.* Kimutatásuk céljából 10 db Gnaptor középbelét kikészítve, belőlük fagyasztás után vizes kivonatot készítettem s szűrés után két részre osztottam. Az első részt magába foglaló kémcsőbe lóvérből frissen előállított és mosott fibrint tettem s a kémcsövet 30 C°-ra be-

¹⁾ Zeitschr. f. physiolog. Chemie, XXVI. köt., 1898, 75. lap.

állított thermostatba helyeztem. A másik részhez felforralás után ugyanynyi és ugyanolyan fibrint tettem. Egy harmadik kémcsőbe ellenőrzésképpen fibrint és középbel-kivonat helyett toluolos 1⁰/₀-os fluornatriumot helyeztem. Már 4 óra múlva az első kémcsőben a fibrin kezdett szétesni, ellenben a másik kettőben változatlan maradt. 24 óra múlva az első kémcsőben a fibrin teljesen szétesett, a másik kettőben pedig továbbra is érintetlen maradt. Az első kémcső tartalmának egy kis része hígított eczetsav hatására, különösen konyhasó hozzáadása után nagymennyiségű fehér-színű pelyhes csapadékot adott, mely szűrés után tiszta vízben nem oldódott, konyhasóoldatban azonban ismét feloldódott. Ez a reakció globulineak jelenlétére vall. A második és harmadik kémcsőben globulineket nem mutathattam ki. Az első kémcsőből vett próbának a globulineak kicsapása után visszamaradó szüredéke biuretpróbának vetve alá, vörösre színeződött, jeléül annak, hogy proteosét, helyesebben fibrinosét tartalmaz.

Esetleges peptonok kimutatása céljából az első kémcsőből újabb próbát vettem s a proteosekat és a megalvadó fehérjéket ammoniumszulfáttal való telítés után főzéssel eltávolítottam; a szüredék, fölös mennyiségű kálilúgot használva, pozitív eredményű biuret-reakciót adott. Az első kémcsőben tehát már 24 óra alatt a fibrinből igazi pepton keletkezett. Már 24 óra múlva az első kémcső tartalma felső rétegeiben barnulni kezdett, a második kémcsőnek tartalma ellenben változatlan színű maradt. A barna szín, mely később még inkább fokozódott, nyilván ugyanattól az enzymtől (tyrosinase) ered, mely BIEDERMANN ¹⁾ vizsgálatai szerint a lisztbogár (*Tenebrio*) lárvájának középbelében is megvan. Három, még feltűnőbben négy nap múlva az első kémcső tartalma teljesen barnaszínű lett (a másik kettőé szintelen), fenekére sűrű üledék rakódott le, a fibrin azonban immár teljesen feloldódott. Ez időtájt eczetsav hatására globulin már alig csapódott ki belőle. Fehérjetartalmának

¹⁾ Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 72. köt., 1898, 150—156. lap.

főzéssel és szűréssel való eltávolítása után a szüredék brom-vízzel ibolyaszínt öltött (tryptophan-reakció), a mi arra vall, hogy a megemésztett fehérje mélyreható bomlást szenvedett. Ezt bizonyítja még az is, hogyha ilyenkor veszünk egy keveset az első kémcsőből s azt eczetsav hozzáceppentése után felforraljuk, szűrjük, azután basikus ólomacetattal kezeljük s a szüredékből az ólmot kénhydrogénnal eltávolítjuk, ismét szűrjük s tárgyüvegen óvatosan bepároljuk, kiválnak a tyrosin és leucin jellegzetes kristályai, melyek mikroszkóppal tanulmányozhatók.

Hasonló eredményre jutottam a *Necrophorus* középbelének vizsgálatánál. A most leírt kísérleteket 10 *Necrophorus humator* középbelével megismételve, azt találtam, hogy a *Necrophorus* középbele is tartalmaz erőlesen ható fehérjeoldó enzyment, mely fibrinből albumosekat, peptont, majd ebből tryptophant, leucint, tyrosint alkot.

Különösen a Malpighi-edények élettani feladatának megítélése szempontjából érdekesnek láttam megállapítani, hogy a középbel fehérjeoldó enzykjeire a közeg reakciója milyen hatással van. Ennek megállapítása céljából 34 db. *Gnaptor* középbelét készítettem ki s belőlük vizes kivonatot állítottam elő. A vizes kivonat rendes reakciója gyengén alkalikusnak bizonyult. Ezt a kivonatot, melyhez fluor-natriumot és toluolt tettem, négy részre (I., II., III. és IV.) osztottam. Az I-et változatlanul hagytam; a II-höz kevés Na_2CO_3 -at tettem, úgy hogy az a vörös lackmust határozottan megkékítette; a III-hoz kevés hígított sósavat cseppentettem, a IV-et pedig közömbös vegyhatásúvá tettem. Mind a négy kivonathoz pontosan egyenlő mennyiségű fibrint tettem s a kémcsöveket 30 C^o-ra beállított thermostatba helyeztem. Két és fél óra múlva, még jobban 3 óra múlva már látni lehetett a II-vel és I-gyel jelölt kémcsőben a fibrin szétesését, ellenben a III-mal és IV-gyel jelöltekben a fibrin változatlan volt. 32 óra múlva a II-vel jelöltben a fibrin már teljesen feloldódott, az I-gyel jelöltnek fenekén volt még szétesőfélben levő fibrin, még több volt a IV-gyel jelöltben, a III-mal jelöltben pedig a fibrin úgyszólván változatlan maradt. Három nap múlva a III-mal jelölt

kémcsőben is kezdett szétesni a beléje tett fibrin. E kísérletek szerint tehát a Gnaptor középbelének fehérjeoldó enzimjei legerélyesebben hatnak alkalikus reakciójú oldatban, legkevésbé hatnak pedig határozottan savas reakciójú oldatban. Határozottan hangsúlyoznom kell azonban, hogy savas vegyhatású oldatban sem szűnik meg teljesen a Gnaptor fehérjeoldó enzimjeinek hatása ; az emésztőhatás azonban szemmel láthatólag lassúbb és kevésbé érelyes.

FISCHER W.¹⁾ a beszárított kőrisbogarak és katiczabogarak testéből készített kivonatban érelyesen ható chymosint mutatott ki, mely a hozzáöntött tejet 24 óra alatt megalvasztotta. Az élő legyekből és cserebogarakból készített kivonat ellenben vizsgálatai szerint hatástalan a tej caseinjére, vagyis chymosint nem tartalmaz. A Gnaptor-okkal és Necrophorus-okkal végzett vizsgálataim szerint ezeknek a bogaraknak a középbelében van chymosin. Középbélükből készített és alkalikussá tett vizes kivonathoz, melyhez a szokott arányban fluornatriumot és toluolt tettem, friss tejet öntöttem ; ellenőrzésképpen egy másik kémcsőbe ugyanolyan mennyiségű tejet tettem, melyhez csak toluolos fluornatrium-oldatot öntöttem. Már hat óra múlva az első kémcsőben a tejből kivált a casein, ellenben a másik kémcsőben a tej változatlan maradt. E szerint a Gnaptor és Necrophorus humator középbelében van chymosin.

2. *Szénhidrátokra ható enzimiek.* Minthogy a Gnaptor-ok tápláléka elsősorban a szénhidrátok köréből kerül ki, eleve el lehettem készülve arra, hogy fő emésztőszerve, vagyis középbéle sokféle szénhidrátra ható enzimet tartalmaz. Kísérleteim ezt valóban be is igazolták.

Kísérleteimet, melyek a szénhidrátok főbb csoportjainak emésztésére vonatkoznak, sorjában közlöm, már csak azért is, mert kifejlődött bogarakra vonatkozólag — miként Biedermann ²⁾ is megjegyzi összefoglaló nagy művében —

¹⁾ FISCHER, Ueber Enzyme wirbelloser Tiere, Rostock, 1903, 74. lap.

²⁾ WINTERSTEIN, Handbuch d. vergl. Physiologie, 2. köt., első fele, Jena 1911, 850. lap.

móstanáig még híjával vagyunk a rendszeres vizsgálatoknak.

Tíz darab Gnaptor középbéléből a már előbb ismertett módon vizes kivonatot készítettem s szűrés után 1⁰/0-os keményítőcsirizt adtam hozzá. Ellenőrzésképpen egy másik kémcsőbe ugyanilyen mennyiségű felforralt középbél-kivonatot és 1⁰/0-os keményítőt adtam, továbbá egy harmadik kémcsőbe 1⁰/0-os keményítőt és a középbél-kivonat helyett toluolos 1⁰/0-os fluornatriumot öntöttem. Mind a három kémcsövet 30 C⁰-ra befűtött thermostatba helyeztem. Egy óra múlva az első kémcső tartalma jódtincturával kezelve már nem ad kékszínű, hanem vöröses-lilás reakciót, a mi már erythrodextrin jelenlétére vall. Ha négy óra múlva a kísérleti folyadék egy részéhez néhány csepp eczetsavat cseppentünk és azt a fehérjék eltávolítása céljából felforraljuk, a szüredék a Fehling-féle folyadékot erősen redukálja; hasonlóképpen a szokásos cukorpróbák (Crismer-, Barfoed- és Johnson-félék) is pozitív eredményre vezetnek. Ezek a próbák szőlőcukor jelenlétére utalnak. A phenylhydrazin-próbánál keletkező kristályos csapadék mikroszkópi vizsgálata, mely a jellemző túalakú phenylglykosazon kristályok mellett még a maltosazon lapos, lemezes kristályait is elénk tárja, arról tanuskodik, hogy a keményítőből szőlőcukor mellett maltose is keletkezett. Az ellenőrzésre szánt második és harmadik kémcsőben a keményítő változatlanul megmaradt; jódtincturával kékre színeződött.

Hasonló eredményre vezettek a glykogen-oldattal végzett kísérleteim. Középbél-kivonathoz 0.5⁰/0-os glykogen-oldatot öntöttem, ellenőrzésképpen pedig egy másik kémcsőbe felforralt középbél-kivonatot és 0.5⁰/0-os glykogen-oldatot, végül egy harmadik kémcsőbe 0.5⁰/0-os glykogen-oldatot és toluolos 1⁰/0-os flornatriumot tettem. A három kémcsövet 30 C⁰-ra beállított thermostatba téve, az első kémcsőben a glykogen jódos reakciója már két és fél óra múltán negatívnak, a cukorpróbák (Trommer-, Barfoed- és Crismer-félék) pozitíveknek bizonyultak; a második és harmadik kémcső tartalma jóddal glykogenre pozitív ered-

ményt adott, ellenben a végzett cukorpróbák eredménye negatív volt.

A Gnaptor középbele a keményítőre és glykogenre ható enzymeken kívül még más fajta szénhydrátra ható enzymeket is tartalmaz. Erről szólnak a következő kísérleteim :

Ha középbel-kivonathoz 10%-os nádcukor-oldatot öntünk s baktériumhatás kizárása céljából az emésztőoldathoz a bevezetésben említett mennyiségben fluornatriumot és toluolt adunk, a kísérleti folyadék már 12 óra múlva (megfelelő fehérjétlenítés után) pozitív cukorpróbát (Trommer, Crismer-, Böttcher-Almén) ad. A Gnaptor középbelében van tehát invertin is, mely a nádcukrot szőlőcukorrá változtatja.

Ha középbel-kivonathoz szűrés után 10%-os maltosét öntünk, 24 óra múlva a kísérleti folyadék az eczetsavas réz-oxidot (Barfoed-féle próba) erősen oxidálja, jeléül annak, hogy a középbel-kivonatban levő maltase a maltosét szőlőcukorrá alakította.

Pozitív eredményre vezetett az az emésztőkísérletem is, melyet lactose-val végeztem. Középbel-kivonat +10%-os lactose 30 C⁰-ra fűtött thermostatba állítva, 24 óra múlva a Barfoed-féle reagenst erősen redukálja. Az ellenőrző próba a Barfoed-féle reagenst nem redukálja.

FISCHER WERNER ¹⁾ több napig éhező cserebogarak testében inulinra ható enzyment talált. Hasonló enzyment mutatott ki száraz hangyabábok testéből is. Nagyon valószínű, hogy ezek az enzymek a bélcsőből származnak. Érdekesnek ígérkezett megvizsgálni, vajjon a Gnaptor középbele nem tartalmaz-e hasonló enzyment? Ennek eldöntése céljából Merck-féle tiszta inulint szereztem be, mely a Fehling-féle oldatot nem redukálta. 10%-os inulin-oldathoz háromszor annyi középbel-kivonatot adtam s ellenőrzésképpen egy másik kémcsőbe ugyanannyi 10%-os inulin-oldatot háromszor annyi felforralt középbel-kivonattal ráztam össze. Mindkét kémcsövet 30 C⁰-ra beállított thermostatba tettem. 24 óra múlva az első kémcső tartalma a Fehling-féle oldatot

¹⁾ Über Enzyme wirbelloser Tiere, Rostock 1903, 31. lap.

erősen redukálta, a másik kémcsőé pedig a Fehling-féle oldatra hatástalan maradt.

Ugyancsak FISCHER WERNER¹⁾ említi KOBERT intézetében készült doktori értekezésében, hogy többek között a cserebogár testéből készített vizes kivonat hat a glykosidákra, jelesen az amygdalinra, salicinra, helicinre, arbutinra, phloridzinre, coniferinre, aesculinra és quercitrinre. FISCHER vizsgálatai céljaira az egész állatból készített vizes kivonatot, ezért az ő kísérletei nem adnak felvilágosítást arról, hogy a ható enzim a cserebogárnak melyik szervéből származik. Tudtommal mostanáig még egyetlen vizsgáló sem próbálta meg a bogarak belében foglalt enzymeeknek a glykosidákra való hatását tanulmányozni, ezért az alábbi adatok nem lesznek fölöslegesek.

A Gnaptor középbeléből készített vizes kivonat hatása néhány glykosidára.

	A kísérlet tartama	A kísérlet eredménye
Középbel-kivonat + 1 ⁰ / ₀ -os Merck-féle vizes amygdalin-oldat	24 óra	Erős, keserű mandulára emlékeztető szag; fehérjélenítés után a Trommer-féle próba pozitív.
Középbel-kivonat + 1 ⁰ / ₀ -os Merck-féle vizes „aesculin-oldat	20 óra	Az oldat eredeti kékes fluoreszkálása eltűnt; Trommer-féle próba pozitív.
Középbel-kivonat + 1 ⁰ / ₀ -os Merck-féle phloridzin	24 óra	A kísérleti folyadék vaschloriddal már nem festődik sötétbarnásvörösre; a Fehling-féle folyadékot redukálja.

¹⁾ FISCHER W. id. mű, 32—65. lap.

	A kísérlet tartama	A kísérlet eredménye
Középbél-kivonat + 1 ⁰ / ₆ -os Merck-féle salicin	24 óra	A Fehling-féle folyadékot redukálja.
Középbél-kivonat + 1 ⁰ / ₆ -os Merck-féle arbutin	20 óra	Vaschlorid az oldatot kékre festi ; Trommer-féle próba gyengén pozitív.
	36 óra	Vaschlorid az oldatot már nem festi kékre ; Trommer-féle próba pozitív.

Az elősorolt kísérletek mindegyikénél ellenőrzésképpen egy másik kénscőbe az illető glycosida-oldatot csupán a használt anti-septicummal (fluornatrium és toluol) hoztam össze.

Az ismertetett kísérletek szerint tehát a *Gnaptor* középbelének kivonata hat a glykosidákra s azokat chemiai szerkezetük szerint más-más termékek mellett szőlőcukorra bontja. Érdekes, hogy a *Necrophorus* középbeléből készített vizes kivonat is hat a glykosidákra. Ez annyival érdekesebb, mert a *Necrophorus* növényi anyagokkal nem táplálkozik.

BIEDERMANN W. és tanítványa MORITZ P.¹⁾ a folyami rák középbéli emésztőmirigyéből készített kivonatban energikusan ható cellulose-t oldó enzyment, ú. n. cytase-t talált, ezért megvizsgáltam, vajjon ez az enzim nincs-e meg a bogarak, jelesen a *Gnaptor* és *Necrophorus* középbelében is. Emésztőkísérleteket végeztem gyapottal, papirosrostokkal, datolyamagvak endosperm-szövetéből * készített vékony metszetekkel, továbbá a HOFFMEISTER ²⁾ útmutatása szerint előállított »oldható cellulose«-val, az eredmény azonban mindig negativ volt, mert a cellulose nem oldódott fel. A *Gnaptor* és *Necrophorus* középbelében tehát nincs cytase.

¹⁾ BIEDERMANN és MORITZ, Beiträge zur vergl. Physiologie d. Verdauung. I. Ueber ein celluloselösendes Enzym im Lebersekret der Schnecken (Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 73. köt., 1898, 219. lap).

²⁾ Landw. Jahrbuch., 17. köt., 1888, 239. lap.

3. *Zsíremésztő enzimek.* Kimutatásukra tejet és gondosan közömbösített oliva-olajat használtam. Nyolcz darab, több napig éhező Gnaptor középbeléből vizes kivonatot készítettem s azt két egyenlő részre osztottam. Az egyik részhez lackmus-szal kékre festett tejet öntöttem, a másik részt pedig felforraltam és kihűlés után ugyanannyi, szintén lackmus-szal kékre festett tejet öntöttem, mint az előbbihez. Ellenőrzésképpen egy harmadik kémcsőbe lackmus-szal kékre festett tejet és középbel-kivonat helyett csupán a kísérleteimnél használt rendes antisepticumot (fluornatriumot és toulolt) adtam. Mind a három kémcsövet 35°C -ra beállított thermostatba tettem. Már $2\frac{1}{2}$ óra múlva az első kémcső tartalma vörös színt öltött, ellenben a másik kettőé változatlan maradt. A kék lackmusnak vörösre való változása a keletkezett zsírsavaktól ered. A zsír emésztésekor keletkező glicerint kimutatása céljából a most leírt kísérleteket közömbösített oliva-olajjal ismételt meg. 24 óra múlva a kísérleti folyadékot a még jelenlevő zsírok kivonása céljából többször aetherrel ráztam össze, majd besűrítve, alkohollal kivontam, a szüredékből vízfürdőn az alkoholt elpárologtattam s a maradékot destillált vízzel hígítva bórsavval hevítettem; ekkor a glicerintből erősen érezhető akrolein keletkezett.

B) A Malpighi-edények vizes kivonatának hatása a középbel emésztő nedveire.

Kísérleteim második főcsoportja annak megállapítására irányult, milyen hatással van a Malpighi-edényekből készített vizes kivonat a középbelben felhalmozott emésztőenzimek működésére. Fokozza-e hatásukat, vagy pedig ellenkezőleg, megbénítja-e? E célból a következő kísérleteket végeztem:

Húsz darab Gnaptor középbeléből kiizzított kvarczporral való szétdörzsölés segítségével vizes kivonatot készítettem, melyet átszűrve és kellő mennyiségű fluornatriummal és toluollal ellátva, négy egyenlő részre osztottam. Ugyanennek a húsz darab Gnaptor-nak Malpighi-edényeit is kikészítettem, többször destillált vízzel mostam és sterilizált

kvarczpor segítségével péppé zúztam szét; e pépet destillált vízzel kissé hígítottam s átszűrés után három egyenlő részre osztottam. A kísérletet azután a következőképpen állítottam be. Az I., II., III. és IV. számú kémcsőbe öntöttem az előbb említett középbél-kivonat egy-egy részét; a III. és IV. számú kémcsőben levő középbél-kivonatot felforraltam, az I. és II. számúban levőt pedig eredeti állapotában hagytam. Az I. sz. kémcsőben levő középbél-kivonathoz a három egyenlő részre osztott Malpighi-edénykivonat egyik részét öntöttem, ellenőrzésképpen pedig a II. számúban levő középbél-kivonathoz pontosan annyi antisepticum-ot ($1.50/0$ -os fluornatrium, toluollal telítve) adtam, mint a mennyi Malpighi-edénykivonatot öntöttem az I. számúba. A III. és IV. sz. kémcsőben levő, előzetesen felforralt középbél-kivonathoz a Malpighi-edénykivonat második és harmadik részét öntöttem, a IV. számú kémcsőbe öntött Malpighi-edénykivonatot azonban előzetesen még felforraltam és csak lehűlés után öntöttem a IV. sz. kémcsőbe. Végül egy V. sz. kémcsőbe ellenőrzésképpen tisztán antisepticumot ($1.50/0$ -os fluornatrium, toluollal telítve) öntöttem. A kísérletekre így előkészített öt darab kémcső tartalma tehát a következő volt :

- I. sz. kémcső : középbél-kivonat + Malpighi-edénykivonat.
- II. sz. kémcső : középbél-kivonat + antisepticum ($1.50/0$ fluornatrium + toluol).
- III. sz. kémcső : felforralt középbél-kivonat + Malpighi-edénykivonat.
- IV. sz. kémcső : felforralt középbél-kivonat + felforralt Malpighi-edénykivonat.
- V. sz. kémcső : antisepticum ($1.50/0$ vizes fluornatrium-oldat + toluol).

Természetesen talán mondanom sem kell, hogy az I—V. sz. kémcsővekben foglalt kísérleti folyadék mennyisége mindegyik kémcsőben pontosan egyenlő volt.

A kémcsőveket $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra felmelegített thermostatban tartottam a kísérlet egész tartama alatt.

A kémcsővek tartalmának hatását elsősorban a fehérjékre nézve próbáltam meg, még pedig, hogy hatásukat egymással

összehasonlíthassam, a következő módszert választottam: Petri-féle csészébe marhavérből előállított tiszta szérumot öntöttem mintegy $\frac{1}{2}$ cm vastagságban s a szérumot MÜLLER és JOCHMANN¹ módszere szerint 70 C⁰-ra beállított thermostatban megalvasztottam. Ezt a lemezt azután öt egyenlő részre osztottam be s mindegyik rész felületére cseppentővel az előbb említett I—V. számú kémcsövek tartalmából pontosan egyenlő cseppeket cseppentettem. A szérum-lemezt ezután 50 C⁰-ra beállított thermostatba tettem; ez a nagy hőfok megakadályozza a baktériumok elszaporodását, de közömbös az enzimekre. Már $2\frac{1}{2}$ óra múlva meg lehetett állapítani a cseppek által kifejtett emésztő hatást. Az I. sz. kémcsőből származó cseppek egész udvart oldtak fel maguk körül a lemez anyagából, ugyanakkor oldó hatást lehetett megfigyelni a II. sz. kémcsőből származó cseppek körül; a III., IV. és V. számú kémcsövekből származó cseppek közül érintetlen maradt még akkor a lemez anyaga. 24 óra múlva még feltűnőbb volt a kísérlet eredménye. Az I. és II. sz. kémcsőből származó cseppek nagy mélyedéseket oldtak ki maguk körül a lemezből, azonban az I. sz. kémcsőből származó cseppek oldása szemmel láthatólag feltűnően nagyobb volt a II. sz. kémcsőből származó cseppek oldásánál; az I. és II. sz. kémcsőből való cseppek által feloldott szérumanyag úgy viszonylott egymáshoz, mint $1 : \frac{2}{3}$. A III. sz. kémcsőből való cseppek alig észrevehető oldást fejtettek ki; a IV. és V. sz. kémcsőből való cseppek körül pedig teljesen érintetlen maradt a lemez anyaga. E kísérletet több szérumlemezen megismételtem s mindig egyenlő eredményt kaptam. Kísérleteim azt bizonyítják, hogy a Malpighi-edények vizes kivonata maga ugyan úgyszólván teljesen hatástalan a megalvasztott vérszérumra, azonban nemcsak hogy nem gátolja a középbeli fehérjeoldó enzimjeinek hatását, hanem ellenkezőleg azt tetemesen fokozza.

A Malpighi-edények vizes kivonatának hasonló hatása mellett tanuskodott a casein-módszeren alapuló kísérletsorozat. E kísérletsorozatnál is az előbbihez teljesen

1) Münch. med. Wochenschrift, 1906. évf., 26. szám.

hasonló módon hús darab Gnaptor középbelét és Malpighi-edényét használtam fel. A kísérletre szánt öt darab (I—V. sz.) kémcső tartalmának összeállítása is megegyezett az előbbi kísérletnél használttal, vagyis tartalmuk a következő volt :

- I. sz. kémcső: középbel-kivonat + Malpighi-edénykivonat.
- II. sz. kémcső: középbel-kivonat + antisepticum (1·5^o/o-os fluornatrium + toluol).
- III. sz. kémcső: felforralt középbel-kivonat + Malpighi-edénykivonat).
- IV. sz. kémcső: felforralt középbel-kivonat + felforralt Malpighi-edénykivonat.
- V. sz. kémcső: antisepticum (1·5^o/o-os fluornatrium-oldat + toluol).

E kémcsövek tartalmát caseinre próbáltam ki. E célból GROSS,¹⁾ FULD²⁾ és MICHAELIS³⁾ módszere szerint 0·1 gramm Kahlbaum-féle caseint oldottam fel kevés meleg destillált vízben, melyhez 10 csepp 10^o/o-os szódaoldatot cseppentettem és a casein feloldódása után az egész oldatot 200 cm³-re egészítettem ki destillált vízzel. Ebből vettem azután öt-öt köbcentimétert és az előbb említett I—V. sz. kémcsövekből vett egy-egy cm³-nyi kísérleti folyadékkal kevertem össze s 30 C^o-ra beállított thermostatba tettem. A vizsgálatot a kémcsövekből pipettával vett próbán öt perczenként hajtottam végre. Vizsgálatom arra irányult, hogy megállapítsam azt az időt, a mikor a kísérleti folyadék hatni kezd a caseinra. E célból a próbához 1/4^o/o-os ecetsavat cseppentettem s megállapítottam azt az időt, a mikor casein már nem csapódott ki, vagyis ezzel megkaptam azt az időt, a mikor a kísérleti folyadék már hatott a caseinre. Az eredmény a következő: Az I. sz. kémcső tartalma 45 percz mulva, a II. számúé egy óra és 20 percz mulva hatott kimutathatólag a caseinra, ellenben a III., IV. és V. sz. kémcsövek tartalma még 24 óra mulva is hatástalan maradt

¹⁾ Arch. f. experiment. Pathologie, 58. köt., 1908, 157. lap.

²⁾ Ugyanott, 468. lap.

³⁾ Biochem. Zeitschrift, 10. köt., 283. lap.

a kaseinra. Az időadatoknak természetesen nincsen abszolút értékük, van azonban összehasonlításra alkalmas relatív értékük. A most említett két adat is világosan bizonyítja, hogy a Malpighi-edények vizes kivonata nem gátolja a középbél vizes kivonatának fehérjeoldó hatását, sőt ellenkezőleg azt tetemesen fokozza.

Annak megállapítása céljából, hogy a Malpighi-edényekből készített vizes kivonat mennyire módosítja a középbél vizes kivonatának hatását a szénhydrátokra, szintén több kísérletet végeztem. A kísérletek alapbeosztása minden kísérletsorozatban az volt, mint az előbbi kísérleteknél, vagyis öt kémcsövet vettem, melynek tartalma minden esetben a következő volt:

- I. sz. kémcső: középbél-kivonat + Malpighi-edénykivonat.
- II. sz. kémcső: középbél-kivonat + antisepticum (1.5%-os fluornatrium + toluol).
- III. sz. kémcső: középbél-kivonat előzetesen felforralva + Malpighi-edénykivonat.
- IV. sz. kémcső: előzetesen felforralt középbél-kivonat + felforralt Malpighi-edénykivonat.
- V. sz. kémcső: antisepticum (1.5%-os fluornatrium-oldat + toluol).

Ezekbe a kémcsövekbe öntöttem azután egyenlő mennyiségben azt a szénhydrátot, melyre a kísérleti folyadék emésztő hatását vizsgálni óhajtottam. A vizsgálatot először negyedóránként terveztem, azonban csakhamar kiderült, hogy az ilyen vizsgálatokhoz oly sok anyag szükséges, hogy annyi Gnaptor nem állhatott rendelkezésemre, ezért később erről lemondtam és a vizsgálatokat minden esetben úgy végeztem, hogy az öt kémcsövet az illető szénhydrát-oldattal 24 órára 30 C⁰-ra befűtött thermostatba állítottam és minden esetben 24 óra múlva vizsgáltam meg tartalmukat.

Vizsgálataim eredményeit a következő táblázatban foglalom össze:

A Malpighi-edények vizes kivonatának hatása a középbeli emésztőnedveire.

Folyó- szám	Szénhydrát neve	I. sz.	II. sz.	III. sz.	IV. sz.	V. sz.
1.	1 ⁰ / ₀ -os keményítő-oldat	Jód-reakció keményítőre negatív; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Jód-reakció keményítőre negatív; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Jód-reakció vöröses-lila; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Jód-reakció keményítőre pozitív; Trommer-féle próba pozitív; Crismer-féle próba negatív.	Jód-reakció keményítőre pozitív; Trommer- és Crismer-féle próba negatív.
2.	1 ⁰ / ₀ -os glikogen-oldat	Jód-reakció glikogenre negatív; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Jód-reakció gesztenyebarna; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Jód-reakció gesztenyebarna; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Jód-reakció gesztenyebarna; Trommer-féle próba pozitív; Crismer-féle próba negatív.	Jód-reakció gesztenyebarna; Trommer- és Crismer-féle próba negatív.
3.	1 ⁰ / ₀ -os nádcukor-oldat	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer-féle próba pozitív; Crismer-féle próba negatív.	Trommer- és Crismer-féle próba negatív.
4.	1 ⁰ / ₀ -os laotose-oldat	Crismer-féle próba pozitív.	Crismer-féle próba pozitív.	Crismer-féle próba negatív.	Crismer-féle próba negatív.	Crismer-féle próba pozitív.

Folyó- szám	Szénhydrát neve	I. sz.	II. sz.	III. sz.	IV. sz.	V. sz.
5.	1 ⁰ / ₀ -os inulin-oldat	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer-féle próba pozitív, Crismer-féle próba negatív.	Trommer-féle próba pozitív ; Crismer-féle próba negatív.	Trommer- és Crismer-féle próba negatív.
6.	1 ⁰ / ₀ -os amygdalin-oldat	Erős, keserű mandolára em- lékeztető szag ; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Trommer-féle próba pozitív ; Crismer-féle próba negatív.	Trommer- és Crismer-féle próba negatív.
7.	1 ⁰ / ₀ -os phloridzin-oldat	Vas-chloriddal nem festődik barnásvörösre ; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Vas-chloriddal nem festődik barnásvörösre ; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Vas-chloriddal nem festődik barnásvörösre ; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Vas-chloriddal barnásvörösre festődik ; Trom- mer-féle próba pozitív ; Crismer- féle próba negat.	Vas-chloriddal barnásvörösre festődik ; Trom- mer- és Crismer- féle próba nega- tív.
8.	1 ⁰ / ₀ -os arbutin	Vas-chloriddal nem festődik kékre ; Trommer és Crismer-féle próba pozitív.	Vas-chloriddal nem festődik kékre ; Trommer és Crismer-féle próba pozitív.	Vas-chloriddal kékre festődik ; Trommer- és Crismer-féle próba pozitív.	Vas-chloriddal kékre festődik ; Trommer-féle próba pozitív, Crismer-féle próba negatív.	Vas-chloriddal kékre festődik ; Trommer- és Crismer-féle próba negatív.

E táblázatból látható, hogy a Malpighi-edényekből készített vizes kivonat nem gátolja a középbél enzimjeinek hatását. Sőt kísérleteim azt igazolják, hogy a Malpighi-edények vizes kivonatában levő anyagok fokozzák a középbél szénhydrátoldó enzimjeinek hatását. Különösen bizonyítók ebben a tekintetben a glykogennel végzett kísérleteim, melyeknek eredményét a táblázat (— lap) 2. számú tétele alatt közlöm. 24 óra múlva az I. sz. kísérleti folyadék, mely középbél-kivonatból, Malpighi-edény-kivonatból és 10/0-os glykogen-oldatból állott, már nem adott jód-tincturával gesztenyebarnaszínű reakziót, vagyis a középbél és a Malpighi-edények kivonatának együttes hatására a glykogen teljesen átalakult, ellenben ugyanazon idő alatt a II. sz. kísérleti folyadékban, mely csupán középbél-kivonatból és 10/0-os glykogen-oldatból állott, a jód-reakció glykogenre pozitívnek bizonyult, vagyis 24 óra alatt a középbél kivonata a Malpighi-edényekből készített kivonat nélkül nem tudta az egész hozzája adott glykogen-mennyiséget átalakítani czukorrá. Ez a kísérlet bizonyítja a Malpighi-edények anyagának serkentő hatását a középbélben levő szénhydrátoldó enzimekre, a többi kísérletek pedig azt igazolják, hogy a Malpighi-edények anyaga nem gátolja meg a középbél enzimjeinek szénhydrátokra való hatását.

A táblázat »IV. sz.« jelű rovatában látszólagos ellentmondás van, a mennyiben itt a Trommer-féle próba pozitív, a Crismer-féle próba negatív. Ennek az az oka, hogy a Malpighi-edények húgysavat és más nitrogéntartalmú bomlás-termékeket tartalmaznak, melyek a Fehling-féle folyadékot éppen úgy, mint a szőlőcukor, redukálják, ezektől származik tehát a pozitív Trommer-féle próba. A Crismer-féle folyadék (10/00-es saffranin-oldat) színét alkalikus vegyhatásnál főzés-kor csak a szőlőcukor változtatja meg, ellenben a húgysav, kreatin stb. hatástalan rá.

Egy további kísérleti sorozatban igyekeztem megállapítani, milyen hatással van a Malpighi-edényekből készített vizes kivonatnak a középbél vizes kivonatának zsíremésztő képességére. E célból ugyanolyan kísérleti sorozatot állí-

tottam be 35 C⁰-ra befűtött thermostatba, mint az előbbi kísérleteim alkalmával, vagyis mindenekelőtt húsz darab Gnaptor középbélből és Malpighi-edényeiből kiizsított kvarczporral való szétdörzsölés után külön-külön vizes kivonatot készítettem, melyet átszűrve és baktériumhatás kizárása céljából fluornatriummal és toluollal láttam el. A középbél-kivonatot négy, a Malpighi-edénykivonatot pedig három egyenlő részre osztottam fel. A kísérletet öt kémcsőben ezután a következő csoportosításban állítottam be. Az I. sz. kémcsőbe öntöttem a középbél-kivonat első részét és hozzáöntöttem a Malpighi-edénykivonat egyik részét, majd e kettőt összekeverve, lackmus-szal kékre festett friss tejet adtam a kémcsőbe. A II. sz. kémcsőbe a középbél-kivonat második részét és ugyanannyi mennyiségű tejet öntöttem, mint a mennyit az I. sz. kémcsőbe tettem; e keverékhez azután annyi toluollal telített fluornatrium-oldatot adtam, hogy a II. sz. kémcső tartalma megegyezzen a mennyiség dolgában az I. számúéval. A III. sz. kémcsőbe tettem a középbél-kivonat harmadik részét. Ezt felforraltam s kihűlés után hozzákevertem a Malpighi-edénykivonat második részét; a keverékhez annyi lackmus-szal kékre festett tejet öntöttem, hogy a kémcső tartalma ugyanannyi volt, mint az előbbi kettőé. A IV. sz. kémcső tartalmát úgy állítottam össze, hogy a középbél-kivonat negyedik részét felforraltam s kihűlés után hozzáöntöttem a Malpighi-edénykivonat harmadik részét, melyet előzetesen szintén felforraltam és lehűtöttem; ehhez a keverékhez járult ugyanannyi lackmus-szal kékre festett tej, mint az előbbi kísérleti összeállításban. Végül az V. sz. kémcsőbe kék lackmusszal kékre festett tejet és annyi toluollal telített 1.5⁰/₀-os fluornatriumot öntöttem, hogy e kémcső tartalma is annyi legyen, mint az előbbi négy kémcsőé. Az öt (I—V. sz.) kémcsövet 35 C⁰-ra befűtött thermostatba helyeztem s a kísérleti folyadékot figyelemmel kísértem.

Az I. sz. kémcső tartalma már 2 óra múlva vörösszínűvé változott, ellenben a II. számúé csak 2 óra 50 percz múlva, a III. számúé pedig éppenséggel 5 óra 20 percz múlva öltött vörös színt. A IV. és V. sz. kémcsövek tartalma még 24 óra

multán is változatlan maradt. A vörös szín megjelenése a zsír bontásából származó zsírsavakból ered. Vagyis e kísérlet sor két dolgot igazol: először, hogy a Malpighi-edényekből készített vizes kivonat egymagában is hat a zsírokra (III. sz. kémcső)¹⁾ és másodszor, hogy a Malpighi-edények vizes kivonata sietteteti a középbélből készített vizes kivonat zsírbontó hatását. Utóbbit szépen bizonyítja az a körülmény, hogy az I. sz. kémcsőben, melyben a középbél és a Malpighi-edények vizes kivonatainak együttes hatása érvényesült, a lackmus-szal kékre festett tej már 2 óra múlva vörösre változott, ellenben a II. sz. kémcsőben, melyben csak a középbél-kivonat egymagában fejtette ki hatását, ugyanez a jelenség csak 50 perccel, tehát majdnem egy órával később következett be.

C) A Malpighi-edények emésztő nedvei.

Élettani kísérleteim harmadik főszoportja annak kiderítésére irányult, vajjon a Malpighi-edények sejtjei tartalmaznak-e emésztőnedveket? Erre a kérdésre már az

¹⁾ E tapasztalatommal szépen összevág ABONYI S.-nak a méh bélcsövének vizsgálata alkalmával tett nagybecsű észlelete. Ő a méh bélcsövet a zsírok felszívódásának megfigyelése céljából Flemming-féle folyadékkal rögzítette s a belőlük készített hosszanti metseteken azt tapasztalta, hogy a Malpighi-edények benyílásától kezdve a virágporsejtekből eltűnt a zsír, melynek jelenlétét azonban a középbél alsó részének sejtjeiben, továbbá az utóbél elülső részének hámjában minden kétséget kizáró módon megállapította. A zsír eltűnése és a Malpighi-edények beszájadzása között tehát a méhnél kétségtelen kapcsolat van, mert ha csupán a középbél nedveinek hatására tűnnék el, illetőleg emésztődnék meg a zsír, akkor a középbél felső részeiben is el kellett volna a virágporsejtekből a zsírnak tűnnie, holott a valóságban itt a virágporsejteken megvolt eredeti állapotában a zsír és a középbél hámsajtjeiben a Malpighi-edények benyílása fölött néhány tizedmilliméternyi magasságon túl a zsírnak nyoma sem volt. Készítményei világosan igazolják, hogy a mint a virágporsejtek a Malpighi-edények tájékára érnek, elkezd belőlük a zsír fogyni, még pedig oly rohamosan, hogy a középbélet az utóbél-től elválasztó zárókészüléken túl már nyoma sincs bennük. V. ö. Állattani Közlemények, II. köt., 161—162. lap.

előbbi fejezetben ismertetett kísérletek is feleletet adnak. Az ott ismertetett kísérletsorozatban a III. számú kémcső kísérleti folyadéka ugyanis felforralt középbel-kivonatból és Malpighi-edényekből készített vizes kivonatból állt; ehhez tettem hozzá azután a vizsgált fehérjét, különböző szénhydratokat és zsírt. Minthogy ebben a kísérletben a középbel kivonatát felforraltam, ezzel a középbel emésztő enzimjeinek hatását kizártam, úgy hogy a kísérleti folyadékban tisztán a Malpighi-edényekből származó emésztő enzymek hatása érvényesült, a kísérleti eredmények tehát a Malpighi-edények enzimjeiről adnak felvilágosítást. Ezek szerint a Malpighi-edények kivonata hatás-talan a fehérjékre, jelesen a vérszérum fehérjeire és a caseinre, ellenben hatásos a keményítőre, glikogénre, nádczukorra, a glikosidákra (amygdalinra, phloridzinra és arbutinra) és a zsírokra; a szénhydrátok sorában hatástalan az inulinra és a lactosera. Vagyis a Gnaptor Malpighi-edényeiben van diastase (amylase), invertin, glikosidakat bontó enzim és lipase, ellenben hiányzanak a proteolytikus enzymek, továbbá az inulase és a lactase.

A kísérleteket tiszta Malpighi-edénykivonattal is megismételtem, még pedig olyanformán, hogy a Gnaptor készített és többször, destillált vízben mosott Malpighi-edényeiből a már ismertetett módon vizes kivonatot készítettem s a kivonatot úgy osztottam fel, hogy egy-egy kísérlethez kb. 5—5 Gnaptor Malpighi-edényeiből származó vizes kivonat esett. Ehhez a kivonathoz tettem hozzá azután azokat az anyagokat, melyekre a kivonat emésztő hatását meg akartam állapítani. A kísérleteket megfelelő ellenőrző kísérletekkel együtt 30 C^o-ra beállított thermostatban végeztem. Az ellenőrző kísérlet minden esetben kettős volt; az egyik kémcsőbe előzetesen felforralt Malpighi-edénykivonatot tettem s azzal az anyaggal kevertem, melyre egy másik kémcsőben a Malpighi-edénykivonat emésztő hatását eredeti állapotában meg akartam állapítani, egy harmadik kém-

csőbe pedig tisztán azt az anyagot tettem, melyre a Malpighi-edénykivonat hatását igyekeztem megállapítani, s ehhez cseppentettem a baktériumhatás elkerülése céljából használt 1.5%-os fluornatriumot, melyet toluollal telítettem. Kísérleteim eredményeit áttekinthetőség kedvéért az alábbi táblázatban állítom össze. Megjegyzem, e táblázatból az ellenőrző kísérletek eredményének közlését hely kímélése céljából elhagytam. Természetesen az alábbi táblázatos összeállításba csak azokat a kísérleteket iktattam be, a melyeknél az ellenőrző kísérletek megerősítették az eredményt.

A Gnaptor Malpighi-edényeiből készített vizes kivonat hatása különböző anyagokra:

Folyó- szám	A kísérlet anyaga	Eredmény 24 óra múlva	Megjegyzés
1.	Fibrin	A fibrin változatlan. Pepton-próba negatív. 48 óra múlva az eredmény ugyanaz.	
2.	Glycyl-l-tyrosin	A kísérleti folyadék változatlan, tiszta; benne mikroszkóppal tyrosin-kristályok nem láthatók.	E kísérletnél ABDERHALDEN módszere szerint 5 cm ³ Malpighi-edénykivonatra 0.2 g. glycyl-l-tyrosint vettem.
3.	1 ⁰ /o-os keményítő-oldat	Jód-reakció keményítőre negatív; Crismer-féle cukorpróba pozitív.	Hasonló volt az eredmény a <i>Necrophorus humator</i> , <i>Carabus Scheidleri</i> , <i>Blaps mortisaga</i> és <i>Zabrus blaptoides</i> nevű bogaraknál is.
4.	1 ⁰ /o-os glikogen-oldat	Jód-reakció glikogenre még pozitív; Crismer-féle cukorpróba pozitív. Két nap múlva a jód-reakció glikogenre negatív.	

Folyó- szám	A kísérlet anyaga	Eredmény 24 óra múlva	Megjegyzés
5.	1 ⁰ / ₀ -os nádcukor- oldat	Crismer-félcukorpróba pozitív.	
6.	1 ⁰ / ₀ -os lactose- oldat	Crismer-félcukorpróba negatív.	
7.	1 ⁰ / ₀ -os inulin-oldat	Crismer-félcukorpróba negatív; phenylhydrazin- próba alkalmazásával phenyl- glykosazon-kristályokat nem észlelhettem.	
8.	1 ⁰ / ₀ -os amygdalin- oldat	Crismer-félcukorpróba pozitív.	
9.	1 ⁰ / ₀ -os arbutin- oldat	Vas-chloriddal nem fes- tődik kékre; Crismer-féle cukorpróba pozitív.	
10.	1 ⁰ / ₀ -os phloridzin- oldat	Vas-chlorid-oldat nem festi barnásvörösre; Cris- mer-féle próba pozitív.	
11.	1 ⁰ / ₀ -os aesculin	A kísérleti folyadék kék fluoreszkálása megszűnt; Crismer-féle próba pozi- tív.	
12.	1 ⁰ / ₀ -os salicin	Crismer-félcukorpróba pozitív.	
13.	Kék lakmus-szal kékre festett tej.	A kísérleti folyadék vörös színt öltött. 5 cm ³ -nyi kísérleti folyadék savas vegyhatásának közöm- bösítésére abs. alkohol hozzáadása után 0.15 cm ³ 1/10 normal NaOH kellett (indicator phenolphtha- lein). A kísérleti folya- dék aetherrel összerázva, besűrítve, alkohollal ki- vonva s a szüredék alkoholtartalma elpáro- logtatva, bórsavval he- vítve pozitív akrolein- próbát ad (gliczerin).	

Folyó- szám	A kísérlet anyaga	Eredmény 24 óra múlva	Megjegyzés
14.	Lecithin »Ovo« (Merck-féle) vízzel összerázva.	A kísérleti folyadék a kísérlet kezdetekor hatá- rozottan alkalikus vegy- hatású; 24 óra múlva a vízben oldhatatlan zsír- savak oldása céljából egyenlő térfogatú abs. alkohollal kezelve erő- sen savas vegyhatású. 1 cm ³ -nyi próba savas vegyhatásának közöm- bősítésére 0·8 cm ³ $\frac{1}{10}$ normál NaOH kellett.	
15.	Datolyamag en- dospermiumából készített finom metszetek.	A kísérleti folyadék a cellulose-ra teljesen ha- tástalan.	

E kísérletek világosan igazolják, hogy a Gnaptor Malpighi-edényeiből készített vizes kivonat tartalmaz olyan enzimeket, melyek a táplálék megemésztésében fontos szerepet vihetnek, vagy legalább is alkalmasak arra, hogy a bélbe jutva a középbél emésztőnedveinek hatását fokozzák. Az előbbi táblázatban összefoglalt kísérleteim szerint a Malpighi-edényekben van keményítőre, glikogénre, nádczukorra, glykosidákra és zsírra ható enzim, ellenben hiányzik a fehérjére, tejczukorra, inulinra és cellulose-ra ható enzim. Legerélyesebb hatású a szénhidrátokra a Malpighi-edények kivonata.

A Malpighi-edények kivonatának utóbbi hatása annak megvizsgálására is bírt, vajjon a polysaccharidokra ható enzimen kívül nincs-e benne olyan különleges enzim, mely úgy, mint pl. a csiga nyálmirigyében, a cukrokból alkoholt készít. E föltevés már azért is természetesnek látszott,

mert KOBERT¹⁾ a hangyabábok testében talált ilyen enzyment. Ennek kimutatása céljából ugyanúgy jártam el, mint annak idején a csiga nyálmirigyeinek hasonló irányú vizsgálatánál. 25 db. Gnaptor kikészített és többször, destillált vízben mosott Malpighi-edényeit kiizzított kvarczporral péppé zúztam. A pépet 2 térfogat $1\frac{5}{10}$ -os fluornatriummal hígítottam és toluollal telítettem. Ezután a kivonatot átszűrés után három részre osztottam. Az első részhez $1\frac{0}{10}$ -os keményítőt, a másodikhoz felforralás és kihűlés után szintén $1\frac{0}{10}$ -os keményítőt, a harmadikhoz pedig az $1\frac{0}{10}$ -os keményítő helyett ugyanannyi térfogatú toluollal telített $1\frac{0}{10}$ -os fluornatriumot adtam. E kísérleti folyadékokat magában foglaló három kémcsövet 30°C -ra beállított thermostatba helyeztem. 48 óra múlva az első kémcsőnek mintegy 10 cm^3 tartalmához, mely a keményítő reakcióját már nem mutatta, de a cukorét igen, a szőlőcukorból netán fejlődő alkoholnak aldehiddé való oxidálása céljából, $0\cdot5\text{ cm}^3$ tömény H_2SO_4 -t és $0\cdot5\text{ cm}^3$ $2\frac{0}{10}$ -os K_2CrO_4 -oldatot adtam és átdestilláltam. A destillálással kapott folyadékkal kísértem meg az aldehyd-reakciókat, nevezetesen az ismeretes jodoform-próbát, továbbá a fuchsin- és ammoniás ezüst-reakciót. Az eredmény mind a három esetben negatív volt. Vagyis a Gnaptor Malpighi-edényeiben nincsen olyan enzim, mely a cukrokból aethylalkoholt tudna készíteni.

A Gnaptor Malpighi-edényeiből készített vizes kivonat hosszabb ideig kémcsőben levegőn állva, éppen úgy, mint a középéből készített vizes kivonat, sötét vörösesbarnára színeződik. Ez a színeződés sohasem következett be, ha a kivonatot mindjárt készítése alkalmával felforraltam. Már ebből jogosan következtethettem arra, hogy ez a színváltás oxidatív fermenthatás eredménye.

Peroxydasék jelenlétére vall az a körülmény, hogy ha a Malpighi-edényekből készített vizes kivonathoz

¹⁾ KOBERT, Ueber einige Enzyme wirbelloser Thiere (Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 99. köt., 186. lap).

1⁰/₀-os Merck-féle hydrogenperoxidot és 1⁰/₀₀-os kresol-oldatot tettem, zöldesbarna színű reakciót kaptam. Felforralt Malpighi-edénykivonattal ez a kísérlet negatívnak bizonyult. Hasonló eredményre vezettek a *Necrophorus humator*, *Necrodes littoralis* és *Silpha atrata* Malpighi-edényeiből készített kivonattal végzett vizsgálataim. Az eredmény különösen akkor feltűnő, ha a kísérletekhez nagyobb számú bogár Malpighi-edényeiből készítünk kivonatot. Kísérleteimet éppen ezért rendszeren 20—25 bogár Malpighi-edényeiből készített kivonattal végeztem, melyet minden esetben két részre osztottam; az egyik rész a tulajdonképpeni kísérletre, másika felforraltva ellenőrzésül szolgált.

Tyrosinase jelenléte a Malpighi-edények kivonatában eleve valószínűnek látszott, mert a levegőn állva hagyott Malpighi-edénykivonat színének vörösesbarnára való változását különösen BIEDERMANN W.¹⁾ vizsgálatai alapján, melyeknek eredményeképpen a lisztbogár (*Tenebrio*) lárvájának belében felfedezte a tyrosinását, a tyrosinase hatásának rováására kellett írnom. Valóban a Malpighi-edényekből készített szintelen kivonat, melyet natrium bicarbonicum-mal erősen alkalikus vegyhatásúvá tettem, a 0.5⁰/₀-os p-kresol-oldatot vörösbarnává változtatta. Ugyanezen reakció natrium bicarbonicum hozzáadása nélkül is sikerül; legfeltűnőbb és leggyorsabb a reakció, ha a kivonathoz kevés glykokolt adunk. A kísérlethez tyrosin nem kell, mert a Malpighi-edények rendszeren elegendő mennyiségben tartalmaznak tyrosint.

A katalasét, vagyis a hydrogenperoxydot elbontó enzy-met az erre megvizsgált felsőbb- és alsóbbrendű állatok legtöbbjében megtalálták. A szervek közül a magasabbrendű állatok testében legerélyesebben ható katalasét találtak a májban, azután a katalizáló erő szerint csökkenő arányban a vesében, gyomornyálkahártyában, nyálmirigyben, tüdőben, hasnyálmirigyben, herében, szívben, izmokban, agyvelőben stb. A gerincztelen állatokra, első sorban pedig a rovarokra vonatkozólag mostanáig még kevés ilyen vizsgálá-

¹⁾ Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 72. köt., 1898, 150. lap.

latot végeztek. KOBERT¹⁾ és FISCHER²⁾ megállapították, hogy az élő házi legyekből és cserebogarakból származó vizes kivonat katalizálólág hat a hydrogenperoxydra. KOBERT vizsgálatai alapján az élő szervezetben végbemenő lassú égésfolyamatoknál nagy jelentőséget tulajdonít a katalase-nak, melynek működése BACH A. és CHODAT R.³⁾ szerint csak látszólagosan ellentétes a szervezetben rendesen együtt jelenlevő peroxydasé-k hatásával; utóbbiak a hydrogenperoxydot aktiválják, az előbbieket pedig elbontják. KOBERT szerint akkor, a mikor molecularis oxigén hat az oxidablis anyagokra, elsődleges oxidációs termékek: hydrogenperoxyd módjára viselkedő peroxydok keletkeznek; ezeknek a szükséghez képest való elbontására szolgál a katalase. Más peroxydra a katalase hatástalan, pl. az aethylhydroperoxydot nem bontja el és az oxygenasék oxidációs erejét legkevésbé sem csökkenti. A katalase legfőbb hivatása, hogy a szövetekben molecularis oxigént szabadítson fel.

Ezek tudatában megvizsgáltam, van-e a Malpighi-edényekben katalase. E célra 30 db. Gnaptor Malpighi-edényeit előzetesen kiizzított kvarczporral péppé zúztam, a pépet chloroform-vízzel hígítva, 24 óráig állva hagytam. Ezután a chloroform-vízzel kissé hígított pépet alapos összerázás után átszűrtem, a szüredékhez négyszer annyi térfogatú alkoholt adtam s a csapadékot összegyűjtve exsiccátor-ban beszárítottam. A beszáradt csapadékot azután mintegy 4 cm³-nyi destillált vízben feloldottam és hozzá néhány csepp chloroformot öntöttem s másfél óráig állva hagytam, majd átszűrtem s a szüredéket két részre osztottam, végül az egyik részt felforraltam. A felforraltatlan kísérleti folyadék rendkívül erőlyesen hat a hydrogenperoxydra; néhány cseppet cseppentve belőle 10%-os hydrogenperoxyd-oldatba

¹⁾ Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 99. köt., 125. lap.

²⁾ FISCHER, Über Enzyme wirbelloser Tiere (Rostock, 1903), 79. lap.

³⁾ BACH A. és CHODAT R., Untersuchungen über die Rolle der Peroxyde in der Chemie der lebenden Zelle. VI. Katalase. (Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellsch., 36. évf., 1757. lap.)

(10 cm³), explóziószerűleg rendkívül sok oxigénbuborék szabadul fel. Ugyanezen kísérletet megismételve a felforralt Malpighi-edénykivonattal, az eredmény úgyszólván negatív, a mennyiben alig néhány rendkívül kicsiny oxigén-buborék száll fel. Hasonló kísérletet végeztem, bár kisebb számú bogár Malpighi-edényeinek felhasználásával a *Necrophorus humator* (10 példány), *N. vespillo* (14 péld.), *Silpha quadripunctata* (18 péld.), *S. atrata* (22 péld.), *Blaps mortisaga* (8 péld.) és *Melolontha vulgaris* (30 péld.) Malpighi-edényeiből készített kivonattal; az eredmény ugyanaz volt, úgy hogy ennek alapján állíthatom, hogy a bogarak Malpighi-edényei általában tekintélyes mennyiségű katalasét tartalmaznak.

A katalase, peroxydase és tyrosinase jelenlétének kimutatása a Gnaptor és más bogarak Malpighi-edényeiben arra ösztönzött, hogy más oxidáló fermentek után is kutassak. Élettani szempontból nagybecsűnek ígérkezett annak megvizsgálása, vajjon a Malpighi-edények nem tartalmaznak-e aldehidasét. Főleg SALKOWSKI E.¹⁾ és JACOBY MARTIN²⁾ vizsgálataiból tudjuk, hogy a magasabbrendű gerinces állatok és az ember mája és mellékveséje rendkívül erőlesen ható aldehydásét tartalmaz, mely a salicylaldehydásét salicylsavvá oxidálja.

Az aldehydase jelenlétének és hatásának kimutatása céljából azokat a módszereket használtam fel, melyeket SALKOWSKI útmutatása alapján YAMAGUVA³⁾ és JACOBY⁴⁾ a

¹⁾ SALKOWSKI, Zur Kenntniss des Oxydationsferments der Gewebe (Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin, 147. köt., 1897, 1. füzet, 1—23. lap).

²⁾ JACOBY, Ueber die Oxydationsfermente der Leber (Virchow's Archiv f. path. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin, 157. köt., 1899, 235—280. lap. — Ueber das Aldehyde oxydierende Ferment der Leber u. Nebenniere (Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiol. Chemie, 30. köt., 1900, 134—148. lap).

³⁾ Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin, 147. köt., 1897, 1—23. lap.

⁴⁾ Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin 157. köt., 1899, 235—280. és Zeitschrift f. physiol. Chemie, 30. köt., 1900, 134—148. lap.

gerinczes állatok aldehydase-jának és MEDVEDEW A.¹⁾ egykori odesszai prosector a szövetek oxidáló tehetségének kimutatására és tanulmányozására kidolgoztak.

A már többször ismertetett módon vizes kivonatot készítettem Malpighi-edényekből és azt rendesen két részre osztottam. Az egyik részt eredeti állapotában hagytam, a másikat felforraltam; utóbbi szolgált ellenőrzésül. Mindkettőhöz salicylaldehydet öntöttem s több órára (48—72 órára) 30 C⁰-ra beállított thermostatba állítottam.

A salicylsav kimutatására a következő, MEDVEDEW²⁾ ajánlotta módszert használtam: A gyengén megsavasított kísérleti folyadékot 2—3 perczig forraltam, azután néhány csepp natriumcarbonat-oldattal gyengén alkalikussá tettem s átszűrtem. A szüredéket vízfürdön bepároltam és a beszárított maradékot kénsavval megsavasítottam, néhányszor aetherrel összeráztam és az aether elpárologtatása után visszamaradó anyagot mikroszkóppal megvizsgáltam salicylsav-kristályokra. Az anyagot különben az esetek legnagyobb részében a mikroszkópi vizsgálat mellőzésével meleg vízben feloldtam és szűrés után hozzá néhány csepp 0.5%-os frissen készített vas-chloridoldatot cseppentettem, erre salicylsav jelenlétében a kísérleti folyadék jellemző ibolyaszínt öltött.

A Malpighi-edénykivonatnak salicylaldehydra való hatására vonatkozó vizsgálataim főbb adatait a következő összeállításban közlöm:

I. kísérlet. (1908. április 10.)

A. Malpighi-edénykivonat 14 db. Gnaptor-ból	} 48 óráig 30 C ⁰ -ra beállított thermo- statba állítva.
0.2 cm ³ salicyl-aldehyd	
B. Malpighi-edénykivonat 14 db. Gnaptor-ból	
felforraltva	
0.2 cm ³ salicyl-aldehyd	

Eredmény: A-nál salicylsav van.

B-nél salicylsav nincs.

¹⁾ MEDWEDEW, Ueber die Oxydationskraft der Gewebe (Pflüger's Archiv f. ges. Physiol., 65. köt., 249—277. lap).

²⁾ Id. mű.

II. kísérlet. (1908. április 18.)

A. Malpighi-edénykivonat 16 db. Gnaptor-ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd	} 52 óráig 30 C ⁰ -ra beállított thermo- statba állítva.
B. Malpighi-edénykivonat 16 db. Gnaptor-ból felforraltva 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd	

Eredmény : A-nál salicylsav van.
B-nél salicylsav nincs.

III. kísérlet. (1908. április 20.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 18 db. Gnaptor-ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd 1 cm ³ chloroform-víz.	Felforralt Malpighi-edénykivonat 18 db. Gnaptor-ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd 1 cm ³ chloroform-víz

48 óráig 30 C⁰-ra állított thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav van.
B-nél salicylsav nincs.

IV. kísérlet. (1909. május 3.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 20 db. Gnaptor-ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd 1 cm ³ natrium-fluorat-oldat toluollal telítve.	Felforralt Malpighi-edénykivonat 20 db. Gnaptor-ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd 1 cm ³ natrium-fluorat-oldat toluollal telítve.

58 óráig 30 C⁰-ra állított thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav van.
B-nél salicylsav nincs.

V. kísérlet. (1909. május 16.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 22 db <i>Necrophorus humator</i> -ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd	Felforralt Malpighi-edénykivonat 22 db. <i>Necrophorus humator</i> -ból 0'2 cm ³ salicyl-aldehyd

62 óráig 30 C⁰-ra állított thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav van
B-nél salicylsav nincs.

VI. kísérlet. (1909. május 20.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 20 db. <i>Silpha quadripunctatá</i> -ból 0.2 cm ³ salicyl-aldehyd	Felforralt Malpighi-edénykivonat 20 db <i>Silpha quadripunctatá</i> -ból 0.2 cm ³ salicyl-aldehyd

58 óráig 30 C⁰-ra állított thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav nyomokban.

B-nél salicylsav nincs.

VII. kísérlet. (1909. október 4.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 9 db. <i>Blaps mortisagá</i> -ból 0.1 cm ³ salicyl-aldehyd	Felforralt Malpighi-edénykivonat 9 db. <i>Blaps mortisagá</i> -ból 0.1 cm ³ salicyl-aldehyd.

63 óráig 30 C⁰-ra állított thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav van.

B-nél salicylsav nincs.

VIII. kísérlet. (1909. október 6.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 19 db. <i>Necrodes littoralis</i> -ből 0.2 cm ³ salicyl-aldehyd	Felforralt Malpighi-edénykivonat 19 db. <i>Necrodes littoralis</i> -ből 0.2 cm ³ salicyl-aldehyd

52 óráig 30 C⁰-ra fűtött thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav van.

B-nél salicylsav nincs.

IX. kísérlet. (1912. április 28.)

A.	B.
Malpighi-edénykivonat 28 db. cserebogárból 0.2 cm ³ salicyl-aldehyd	Felforralt Malpighi-edénykivonat 28 db. cserebogárból 0.2 cm ³ salicyl-aldehyd

54 óráig 30 C⁰-ra fűtött thermostatba állítva.

Eredmény : A-nál salicylsav van.

B-nél salicylsav nincs.

A közölt kísérletekből látható, hogy a bogarak Malpighi-edényeiben van olyan, felforrallással tönkretelhető ferment (aldehy-

dase), mely a salicylaldehydet salicylsavvá oxidálja. Kísérleteim aránylag kevés fajú bogárra szorítkoztak ugyan, de tekintve, hogy soraikba nagyon eltérő táplálkozású bogarak vannak, valószínű, hogy a bogarak Malpighi-edényeiben általában nagyon elterjedt lehet a salicylaldehydet salicylsavvá oxidáló ferment. Csak egyetlenegy esetben, a *Silpha quadripunctata* nevű bogár Malpighi-edényeivel végzett kísérletben, tudtam a salicylsavat 58 óráig tartó kísérlet után csak nyomokban kimutatni, a többi kísérletekben a salicylsav mennyisége tetemes volt, mert a reakció vas-chloriddal határozottan sötét ibolyaszínű volt. A *Silpha quadripunctata* Malpighi-edényeivel végzett kísérleteimben a bogarak nagyon sokáig éheztek; lehet, hogy ez volt a kevésbbé határozott salicylsavreakciónak oka.

Fentebb közölt kísérleteim eredménye szerint a Malpighi-edényekben foglalt aldehydase-ra hatástalan a kísérleti folyadékhoz kevert chloroform és natriumfluorat. Ebben a tekintetben megegyezik a Malpighi-edények aldehydase-ja a borjú májában foglalt aldehydase-val, melyre JACOBY,¹⁾ továbbá ABELOUS és BIARNÉS²⁾ vizsgálatai szerint szintén közömbös a chloroform és a fluornatrium. JACOBY szerint a chloroform fokozza a borjúmájában levő aldehydase oxidáló hatását.

A közölt kísérletekből, a részleteket nem tekintve, a következők állapíthatók meg: 1. a Malpighi-edények váladéka nem gátolja a középbelben foglalt emésztőnedvek hatását, sőt éppen ellenkezőleg, emésztő hatásukat kimutathatólag fokozza, 2. a Malpighi-edényekből készített vizes kivonatban vannak olyan emésztő fermentek, melyek a táplálék bizonyos anyagaira hatnak.

¹⁾ Virchow's Archiv f. path. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin, 1899, 157. köt., 241. lap.

²⁾ ABELOUS és BIARNÉS, Sur le pouvoir oxydant du sang (Arch. de phys. norm. et path., 1895, 135. lap).

VI.

AZ UTÓBÉL ÉLETTANI MŰKÖDÉSE ÉS A MALPIGHI-EDÉNYEK ÖSSZEFÜGGÉSE AZ UTÓBÉLLEL.

Azok, a kik a Malpighi-edények kizárólagos kiválasztószerv voltát vitatják, mindig különös nyomatékkal hangsúlyozzák, hogy a Malpighi-edények a bélcsőnek abba a részébe ömlenek, melyben már csak hasznavehetetlen, továbbá emésztésre és felszívódásra alkalmatlan anyagok gyűlnek össze. SCHINDLER E. például, kinek vizsgálatait még ma is a legnyomósabbaknak tekintik a Malpighi-edények élettani működésének megítélésakor, mint első érvet említi kizárólagos húgykiválasztó működésük mellett, hogy a »Malpighi-edények a rectum-nak, tehát oly bélrészletnek kitürelmései, melynek csupán csak kiválasztó működése van, ezért bizonyossággal föltehető, hogy a Malpighi-edények beömlése után chylificatiós- és resorptiós-folyamatok már nincsenek.«¹⁾ Ezzel a felfogással szemben SIMROTH H.²⁾ már ugyanabban az évben (1878), a melyben SCHINDLER műve megjelent, hangsúlyozta, hogy a Malpighi-edényeknek a remetebogár (*Osmoderma eremita*) lárvájában, hol váladékuk különleges vályú³⁾ segítségével a középbél legelülsőbb részébe kerül,

¹⁾ Zeitschrift f. wiss. Zool., 30. köt., 1878, 654. lap.

²⁾ SIMROTH, Ueber den Darmkanal der Larve von *Osmoderma eremita* mit seinen Anhängen (Zeitschrift f. ges. Naturwiss., 41. köt. 1878, 493—518. lap).

³⁾ Hasonló hosszantfutó vályút észlelt VAN LIDTH DE JEUDE W. (De Spijsverteringsorganen der phytophage Lamellicornienlarven

nem kiválasztó, hanem nagyon fontos elválasztó működése van (511. lap), azonfelül — szerinte — az utóbél, tehát a bélcsőnek a Malpighi-edények beömlése utáni része első sorban felszívásra való szerv.

Egyébként PLATEAU F., egykori gaudi egyetemi tanár, kinek vizsgálatai a rovarok bélcsövének élettani működéséről még ma is alapvetők, 1874-ben megjelent művében¹⁾ teljes határozottsággal azt állítja, hogy az utóbél első részlete, melyet »intestin terminal portion grêle« névvel jelöl, nagyon valószínűen élénk felszívódás helye, sőt bizonyos rovaroknál a hám szerkezete arra vall, hogy ennek a bélrészletnek az emésztés folyamatában is van másodlagosan része. (»L'intestin moyen se vide en général lentement et d'une manière continue dans l'intestin terminal dont la première portion, ordinairement grêle et longue, est très-probablement le siège d'une absorption active. Le revêtement épithélial chez certaines espèces semble cependant indiquer qu'il peut s'y passer aussi de phénomènes digestifs secondaires.«) MINGAZZINI²⁾ és BERLESE³⁾ szerint a colonban, tehát az utóbélnek elülső részében megy végbe a felszívódás. BERLESE összefoglaló nagy művében⁴⁾ határozottsággal kijelenti, hogy a vékonybél, vagyis az utóbél legelülső része, a felszívódás főhelye (»la sede principale dell'

Utrecht, 1882) az orrszarvúbogár (*Oryctes*) és a rózsabogár (*Cetonia*) középbelén. Szerinte ez a vályú csillangókkal van bélelve s arra való, hogy a középbelén levő vakbélszerű függelékek középső koszorúja által termelt emésztőváladékot a Malpighi-edények beömlési helye felé szállítsa. Bár VAN LIDTH DE JEUDE e vályúnak a szállítás irányát tekintve más feladatot tulajdonít, mint SIMROTH, mégis mindketten megegyeznek abban, hogy a Malpighi-edények váladéka, illetve az a bélrészlet, melybe a Malpighi-edények beömlenek, szerepet visz az emésztésben.

¹⁾ PLATEAU, Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes. Gand-Leipzig, 1874, 118. lap.

²⁾ MINGAZZINI, Ricerche sul tubo digerente dei Lamellicorni fitofagi (Mittheil. Zool. Stat. Neapel, 9. köt., 1889, 82. lap).

³⁾ BERLESE, Ricerche sugli organi e sulla funzione della digestion negli Acari. Portici, 1896.

⁴⁾ BERLESE, Gli Insetti loro organizzazione, sviluppo, abitudini e rapporti coll'uomo, I. köt. (Milano, 1909), 746. lap.

assorbimento delle sostanze plastiche elaborate già e più difficilmente dializzanti, cioè dei peptoni e dei prodotti scomposizione od emulsione dei grassi»). Egyúttal BERLESE általános szabályképpen azt is kimondja, hogy a levelekkel táplálkozó rovaroknál a Malpighi-edények hígysava a bélben alkalikussá tett táplálónedvek közömbösítésére való, hogy ilyen módon a táplálék felszívódásra alkalmassá legyen és hogy a hígysavból uratok keletkezzenek.

DEEGENER,¹⁾ MÖBUSZ,²⁾ VERNON,³⁾ SEDLACZEK⁴⁾ és RUNGIUS⁵⁾ is hasonlóképpen felszívó működést tulajdonít az utóbél előlő részének.

A vélemények illetén eltérése arra bírt, hogy vizsgálataimat erre a kérdésre is kiterjeszszem.

Már régebbi dolgozatomban⁶⁾ kimutattam, hogy a döghússal, továbbá korhadó és rothadó növényi részekkel táplálkozó rovarok belének leghosszabb része az utóbél. Az orrszarvú bogárnak (*Oryctes nasicornis*) utóbele pl. hosszabb, mint az egész bélnek fele (rendesen az utóbél az egész bélnek 52—68⁰/₀-a). A dögevő bogarak (pl. *Necrophorus humator* Fabr., *Necr. vespillo* L., *Necr. mortuorum* Fabr., *Necrodes littoralis* L. stb.) utóbele az egész bélcsőnek 64—76⁰/₀-a s a test hosszát 2·7—5-ször mulja felül. Már ezek az adatok is a mellett bizonyítanak, hogy az ilyen tekintélyes bélrészlet aligha szolgálhat csupán csak a hasznavehetetlen anyagok összegyűjtésére. Etetési kísérleteim valóban a mellett bizonyítanak, hogy az utóbél felső negyede felszívódásra való. Karminnal, eosinnal és saffraninnal festett döghússal etetett dögbogarak

¹⁾ DEEGENER, Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von Hydrophilus (Zeitschrift f. wiss. Zool., 68. köt., 1900, 145. lap).

²⁾ Archiv f. Naturgeschichte, 63. évf. I. köt., 2. füzet, 1897, 106. lap.

³⁾ Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 82. köt., 1905.

⁴⁾ SEDLACZEK, Ueber den Darmcanal der Scolytiden (Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, XXVIII. évf., 1902, 260. lap, 9. pont).

⁵⁾ Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 98. köt., 1911, 267. lap.

⁶⁾ GORKA S., Adatok a Coleopterák táplálócsövének morfológiai és physiológiai ismeretéhez, 34. lap.

bélcsövén a középbél alsó harmada és az utóbél felső negyede festődött meg rózsaszínűre, jeléül annak, hogy ez a két bélrészlet élénk felszívó működést fejt ki.

Ezzel a vizsgálati eredménnyel összhangzásban van a szövettani vizsgálat eredménye is. A *Necrophorus humator* utóbelének elülső részéből készített metszeteken, melyeknek hű mása a IV. táblán léve 12. és 13. rajz, világosan látható, hogy a megemésztett és a rögzítő folyadékok által kicsapott, eosinnal élénk rózsaszínűre festődött táplálékreszecskek (IV. tábla, 12. és 13. rajz, *fölsz. a.*) az utóbelet kibélelő chitin-intimán át a chitin-intima és a hámsejtek közé, majd innen a hámsejtek alapi részére kerülhetnek. Ha a rajzban is bemutatott metszeteket (IV. tábla, 12. és 13. rajz) figyelmesen vizsgáljuk, lehetetlen tagadnunk, hogy az utóbelben felszívódási folyamatok mennek végbe. Egyébként a *Necrophorus*-ok utóbelének egész szerkezete arra vall, hogy élénk része van az emésztés folyamatának befejezésében és a megemésztett anyag felszívódásában. Az utóbelet bélelő hámsejtek a bélcső belseje felé chitin-intimát választanak el; ez a chitin-intima nem síma, rájta csoportokba rendezett chitin-tüskék vannak; säurefuchsinnal való sikeres festés esetén látható, hogy ez a chitin-hártya tulajdonképpen több hártyából áll: legbelső része sárgás színű, ez alatt säurefuchsinnal sötétebb vörösre és ez alatt gyengén rózsaszínűre festődő rész következik, mely a hámsejtektől vékony, säurefuchsinnal erősen festődő vonallal van elválasztva. Utóbbi vonalról erős nagyítással eldönthető, hogy finom szemecskékből áll. A hámsejtek plasmája a sejtek tengelye irányában fonalas szerkezetű, az egyes fonalak között gyakran találhatunk eosinnal élénk vörösre festődő szemecskéket. A hámsejtek között határvonal után hiába kutatunk. Sejtmagjuk a sejtek nagyságához képest aránylag nagy és tojásdad alakú, de alakja nem szabályos; chromatin-állománya szemecskében tömörül, melyek azonban nincsenek egyenletesen elosztva a mag állományában. A hámsejtek alatt säurefuchsinnal vörösre festődő alaphártya (*tunica propria*) ötlík szemünkbe, melyen itt-ott kicsi sejtmagvak láthatók.

Utóbbiak nyilván kötőszöveti eredetűek. Az alaphártya után az egész utóbelet gyűrűs irányú izomrostok veszik körül, melyek azonban nem egyenletes réteg alakjában burkolják az utóbelet; már kis nagyítással is látható, hogy az izmok a bél külsején a bél területét gyűrű módjára körülfogó pántok alakjában veszik körül. A hosszanti izmok száma nagyon kevés. Élénk táplálkozás után megölt *Necrophorus humator* utóbelében részben a chitin-intima és a hámsejtek között, részben pedig a hámsejtek és az alaphártya között olyan nagymennyiségű szemecskés tömeget (IV. tábla, 12. és 13. rajz, *főlsz. a.*) találunk, hogy az a chitin-intimát, illetve az alaphártyát felduzzasztja. Ilyen metszetek mikroszkópi képének hű mása a IV. táblán levő 12. és 13. rajz. Alapjában véve hasonló képet tárnak elénk a friss hússal táplálkozó futóbogarak (*Carabus*) utóbeléből készített metszetek. Például a II. táblán az 5. rajzon feltüntetett metszeten, mely a *Carabus Scheidleri* utóbeléből készült, minden további magyarázat nélkül látható, hogy az utóbelet bélelő hámsejtek felszívó működést fejtenek ki; a hámsejtek alapján, a hámsejtek és az alaphártya közt látható szemecskés tömegek (*főlsz. a.*) csak a felszívott táplálékból származhatnak.

A Malpighi-edények élettani működésének megítélésére, felfogásom szerint, nagyon fontos adatokat szolgáltatnak azok az észleletek, melyek a *Gnaptor spinimanus*-ra vonatkoznak. Itt az utóbél szerkezete és összefüggése a Malpighi-edényekkel annyira érdekes és különös, hogy az itt szerzett tapasztalataim alapján úgy hiszem aligha fogja valaki tagadni azt az állításomat, hogy a Malpighi-edények nem lehetnek csupán kiválasztó szervek.

Már dolgozatom bevezető részében ismertettem a *Gnaptor* belének szerkezetét, itt azonban bizonyos szerkezeti berendezéseket a teljesség és érthetőség kedvéért újból ismertetnem kell, hogy azután ebbe a keretbe beleillesszhessem szövettani és élettani észleleteimet.

A *Gnaptor* utóbele tudvalevőleg a Malpighi-edények beömlése helyén kezdődik s mintegy 3 cm. hosszú csövet alkot, mely alsó részén kitágul és végebelet formál (I. tábla, 1. rajz).

Vele a legszorosabban összefüggnek a Malpighi-edények. Utóbbiak ugyanis a végbél falába vannak beiktatva s miként az I. táblán levő 1. és 3. rajzon látható, a végbél külsején sűrű hálózatot alkotnak. Ebből a hálózathálóból, melyet a hat Malpighi-edény kanyargós lefutása alkot, a végbél kezdete tájékán egy vastag Malpighi-edénytörzs egyénül ki olyanformán, hogy a hat Malpighi-edény szorosan egymáshoz simul. A közös törzs további lefutásában két ágra ágazik s az ágak mindegyikében 3—3 Malpighi-edény van. A két ágat alkotó 3—3 Malpighi-edény ezután csakhamar elválík egymástól és az egész testüreget keresztül-kasul járva, a közép- és utóbél határán a bélcsőbe ömlik. E szerkezeti berendezésnél legfontosabb az, hogy a Malpighi-edények egyik része a bélbe ömlik, másik része pedig a végbél falával függ össze. Az utóbbi összefüggésnek fontossága mindjárt kiderül, mihelyt jól szemügyre vesszük az utóbél egyes részeinek szövettani szerkezetét.

Az utóbél kezdeti részéből készített metszeten a következők észlelhetők: A hám hat, a bél belseje felé tekintő, szabálytalan alakú hosszanti redőt alkot, melynek keresztmetszete nagyon hasonlít a bélbolyhokhoz. A hámréteg a bél lumenje felé tekintélyes vastagságú, teljesen síma felszínű chitin-hártyát választ el. Ennek a bél belseje felé eső része sárgaszínű, sem säurefuchsinnal, sem eosinnal nem festhető meg, a hámsejtek felé tekintő része säurefuchsinnal és eosinnal gyengén rózsaszínűre festődik meg. A chitin-intima és a hámsejtek határán säurefuchsinnal erősebben rózsaszínűre festődő vonal látható, mely erős nagyítással jól megkülönböztethető szemecskékre tagolódik. A hámréteg koczkaalakú, a béltől elfordult részen legömbölyített sejtekből áll. Körvonalaik és határaik mindig határozottak. Magjuk szabályos alakú, rendkívül nagy, rendszeren gömbölyű, ritkábban tojásdad; chromatin-állománya szemecskében tömörül és rendszeren egyenletesen van elosztva. A sejtek plasmája szabálytalanul sávós szerkezetű; a fonalas szerkezet iránya a chitin-intimára merőleges. Különösen bőségesen táplálkozó bogarak utóbelének hámsejtjeiben gyakran észlelhetők a most említett fonalak között

finom szemecskék, melyek säurefuchsinnal nagyon élénken festődnek. Ilyen esetekben a hámsejteknek a bél belsejétől elfordított, legömbölyített része erősen megduzzad, magja elliptikus alakot ölt s ebbe a megduzzadt részbe húzódik és rendesen úgy helyezkedik el, hogy hossz tengelye a chitin-intimával egyközes. A hámsejtek alapján alaphártyát a legkülönbözőbb reagensek segítségével sem tudtam észlelni. Az egész belet kívülről hatalmas izomréteg veszi körül, mely több rétegben körkörösén futó harántcsíktolt izomrostokból áll; hosszanti izomrostok csak elvétve, itt-ott észlelhetők.

Jól táplálkozó bogarak utóbelében a hámsejtek és az izomréteg közti hézagok, melyek különösen a hat boholy-szerű hosszanti kiemelkedésekben nagyok, finom szemecskékkel vannak kitöltve. Utóbbiak säurefuchsinnal és eosinnal erősen színeződnek s nyilvánvalóan a középbélben megemésztett és az utóbél hámsejtjei által felszívott táplálékból származnak.

Itt az az ellenvetés tehető, hogy az utóbélben a felszívódást megakadályozza a chitin-hártya. Ez az ellenvetés már azért sem valószínű, mert számos, különösen élősködő rovarról és rákról tudjuk, hogy jóllehet testét mindenütt chitin burkolja, mégis ezen a chitin-burkon keresztül szívja fel táplálékát. Különben ezt a közismert jelenséget nem tekintve, kísérletileg iparkodtam ennek a különösen régibb munkákban gyakran hangoztatott állításnak valóságáról vagy valótlanságáról meggyőződni. E célra az *Oryctes nasicornis* lárvájának hatalmas utóbelét választottam, melynek belsejét tekintélyes vastagságú chitin-hártya béleli. Az utóbél tartalmát többszöri mosással eltávolítottam s egyik végét selyemszállal összekötöttem és abs. alkoholba, majd collodiumba mártottam. Másik végét selyemszállal alkalmas átmérőjű üvegcsőre kötöttem s az üvegcsővön keresztül az utóbelet pepton és szőlőcukoroldat keverékével töltöttem meg. Ezután az így előkészített utóbelet olyanformán destillált vízbe fektettem, hogy két vége ne merüljön a vízbe. 24 óra múlva a destillált víz pozitív biuret-reakciót adott és a Fehling-féle folyadékot redukálta, jelölül annak, hogy a bél belsejébe

juttatott fehérje és szőlőcukor a chitin-hártyán és a béli többi részén keresztül a destillált vízbe jutott. Ez a kísérlet is igazolja tehát, hogy a chitin-hártya nem gátolhatja a felszívódást. Azonban még ha ezt a kísérletet nem is tekintjük döntő jelentőségűnek, különböző bogarak utóbeléből készített metszetek szövettani vizsgálata alapján föltétlenül el kell ismernünk, hogy a leletek csak úgy érthetők meg, ha szükségképpen fölteszszük az utóbél felszívó működését.

Ha a Gnaptor utóbelének hátulsóbb részéből készítünk metszetet, a kapott képre szintén ráillik az a leírás, a melyet fentebb adtam. Bizonyos fokig különbözik azonban ettől a kép, ha a Gnaptor végbelének abból a részéből készítünk metszeteket, a melyen rajta van a Malpighi-edényeknek előbb említett hálózata. Ilyen keresztmetszetnek egy részletét tárja elénk a II. tábla 7. rajza. A végbelet kibélelő, többé-kevésbé köbalakú hámsejtek (*ep*) itt is a bél belseje felé hatalmas chitin-hártyát (*int*) választanak el. A chitin-hártya, valamint a hám szerkezete ugyanolyan, mint előbb leírtam. A különbség abban nyilvánul, hogy 1. a hámsejtek alatt alaphártya van, 2. az alaphártya után a Malpighi-edények keresztmetszete (*Malp. km.*) következik, melyeket vékony izomréteg (*gy. iz.*) burkol. A legfeltünőbb különbség azonban az, hogy e metszeten, mely bőségesen táplálkozó Gnaptor-ból származik, a hámsejtek alatt, továbbá az alaphártya és a Malpighi-edények keresztmetszete között rendkívül nagy mennyiségben, eosin-nal rózsaszínűre festődő szemecskés anyag (*fölsz. a.*) foglal helyet. Ez a szemecskés tömeg csak a táplálékból származhatik, mert teljesen megegyezik azzal, melyet az utóbél elülső részében a hámsejtek alatt találtam.

Hogy értelmezhetjük most már a leírt leleteket?

A végből falában, a hámsejtek és az alaphártya, továbbá az alaphártya és a Malpighi-edények hálózata között talált, fehérjékben rendkívül gazdag szemecskés tömeg nem eredhet a végbélből, mert itt már természetesen csak hasznavehetetlen anyagok gyűlnek össze. E szemecskés anyag eredetének természetes magyarázata a metszetek tanubizonyossága alapján csak az lehet, hogy az utóbél elülső részében felszívódott anyag a hámsejtek

és az izomréteg közé kerül s innen a hám és az izomréteg között hátrafelé haladva, végül eljut a végbél falába, a hol a hám és az alaphártya, továbbá az alaphártya és a Malpighi-edények hálózata között halmozódik fel. Ha pedig ezt a magyarázatot, mely a metszetek áttanulmányozásából szükségképpen következik, elfogadjuk, nem zárkozhatunk el attól az egyedül lehetséges föltevéstől, hogy az utó- és végbél falában felhalmozódott anyag csak a Malpighi-edényeknek a végbél falán alkotott hálózata közreműködésével juthat a testbe.

Hogy a Gnaptor végbelén észlelt és most ismertetett Malpighi-edény alkotta hálózat nem kivételes szerkezeti berendezés s alapelvét tekintve korántsem szorítkozik csupán a Gnaptor-ra, hangsúlyoznom kell, hogy hasonló hálózatot számtalan más bogár végbelén is találtam. Így például többek között megtaláltam az összes vizsgált czinczérfélék (*Cerambycidae*) végbelén, vagyis összesen mintegy 32 fajon, továbbá a nünüke (*Meloe*), szentjánosbogár (*Lampyris*), *Chrysomela*, *Galeruca*, *Cantharis*, *Curculio*, *Clerus*, *Elater*, *Dermestes*, *Blaps*, *Tenebrio* fajok végbelén. Különben a régebbi irodalomban is találtam ilyen hálózatra adatokat. POSSELT FRIEDRICH CARL 1804-ben Tübingen-ben megjelent művében (*Beyträge zur Anatomie der Insekten*) a III. tábla 12. és 22. rajzán a lisztbogár (*Tenebrio molitor*) és a csőzbogár (*Prionus coriarius*) lárvájának bélcsövét mutatja be a végbelén a Gnaptoréhoz hasonló Malpighi-edény alkotta hálózattal. POSSELT a szövegben erről a hálózatról nem emlékezik meg különösebb módon. DUFOUR L.¹⁾ a hősczinczér (*Hammatichaerus heros*) bélcsövének leírása során szintén teljesen hasonló hálózatról emlékezik meg (6. tábla, 8. és 9. rajz). Az újabb irodalomban METALNIKOV S.²⁾ a mézmoly

¹⁾ DUFOUR L., Mém. sur les vaisseaux biliaires ou le foie des insectes (Ann. d. Scienc. Nat., 2. sorozat, 1843. 145—182. lap).

²⁾ METALNIKOV S., Recherches expérimentales sur les chenilles

(*Galleria mellonella*) hernyójának végbelén hasonló hálózatot ír le és nedvszívó hatást tulajdonít neki. SEDLACZEK W.¹⁾ a szűfélék (*Scolytidae*) bélcsövérről megemlíti, hogy a hat Malpighi-edény közül kettő az utóbél izomrétegébe furakodik s e helyen az izomréteg megkettőződik. SEDLACZEK, felfogásom szerint, teljesen helyes nyomon jár, mikor dolgozatának 259. lapján utal arra, hogy a szűfélékre milyen fontos a test folyadékaival való takarékoskodás és annak biztosítása, hogy az ürülék lehetőleg száraz legyen, mert máskülönben a nedves ürüléken tenyésző gombák a járatokat eltömészelik és a jövő nemzedéket megfertőzik. Ám abban már nincsen teljesen igaza, hogy az utóbélben levő folyadék felszívását s ezzel az előbb említett két cél elérését csupán csak az utóbél teljesíti. Minden bizonyynyal van ebben jelentős része az utóbéllel összefüggő Malpighi-edényeknek is.

A Malpighi-edényeknek *érdekes összefüggését* az utóbéllel írta le MÖBUSZ ALBIN²⁾ az *Anthrenus* lárvájánál. Itt a Malpighi-edények kötőszöveti rostokkal átszöve az utóbelen végigfutó lombikalakú képződményt formálnak, melyen belül a Malpighi-edények sajátszerűen összegomolyodnak. Ez a lombikalakú képződmény (»Knäuelschlauch« és »Knäuelsack«) alsó, tehát kiszélesedett részén olyanformán érintkezik a lárva utóbélén látható tágas vakbéllel, hogy a lombikalakú képződményben levő Malpighi-edény alkotta gomolyagot csupán a vakbél chitin-hártyája választja el. E helyen ugyanis a vakbél hámjá, alaphártyája és izomrétege teljesen hiányzik. MÖBUSZ szerint ez a kerek chitinablak arra való, hogy ezen keresztül a Malpighi-edények felszívják a megemésztett anyagokat és helyette átadják az utóbélnek a bomlástermékeket. Hasonló viszonyokat észlelt MÖBUSZ a *Dermestes* és *Attagenus* nevű bogarak bélcsövében is.

de *Galleria mellonella* (Archives de zoolog. expér. et générales, 4. sorozat, 8. köt., 1908, 489—588. lap).

¹⁾ Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, 28. évf., 6. füzet, 247. lap.

²⁾ Archiv f. Naturgeschichte, 63. évf., I. köt., 2. füz., 1897, 105—108. és 108—114. lap.

VII.

A KÖZÉPBÉL MOZGÁSA ÉS A PERITROPHICUS HÁRTYA SZEREPE MINT BIZONYÍTÉK A MALPIGHI-EDÉNYEK VÁLADÉKÁNAK A KÖZÉPBÉLBE VALÓ BEJUTÁSA MELLETT.

Már dolgozatom egyik előbbi fejezetében (32. lap) rámutattam arra, hogy a Gnaptor középbelének tartalmát hengeres cső alakjában, kocsonyás állományú, rendkívül ellenálló, fehérjékből és chitinszerű anyagokból álló hártya, az úgynevezett peritrophicus hártya (membrana anhystriculi) veszi körül olyanformán, hogy közte és a hámréteg között szabad tér marad. E hártya élettani szerepéről nagyon eltérők a nézetek. A részleteket nem tekintve, általában három véleménynek van hívója. SCHNEIDER ANT.¹⁾ és SCHIEMENZ P.²⁾ szerint arra való, hogy a középbél hámját megvédje a durva, kemény, szögletes élő, darabos táplálék mechanikai hatásától; ADLERZ G.³⁾ értelmezése szerint feladata az emésztés folyamatát egyenletessé tenni és végül MÖBUSZ A.⁴⁾ semmi, vagy legfeljebb nagyon alárendelt jelentőséget tulajdonít neki. A többi magyarázatok, amennyiben a most felsoroltaktól eltérnek, annyira csak

¹⁾ SCHNEIDER, Über d. Darm der Arthropoden, besonders d. Insekten (Schneider's Zoologische Beiträge, 2. köt., 1887, 82—96. lap és Zool. Anzeiger, 10. évf., 1887, 139—140. lap).

²⁾ SCHIEMENZ, Über d. Herkommen d. Futtersaftes u. d. Speicheldrüsen d. Biene (Zeitschrift f. wiss. Zool., 38. köt., 1883, 71. lap).

³⁾ ADLERZ, Om digestionssekretionen etc. (Bihang till. K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, 16. köt., IV., 2. szám, 48—51. lap, 1890).

⁴⁾ Archiv für Naturg., 63. évf., I. kötet, 2. füz., 98—100. lap).

egyes fajokra illenek és többnyire annyira erőltettek, hogy általános szempontból számba sem vehetők.¹⁾

A Gnaptor-on azon operációk alkalmazásával, melyeknek célja volt a Malpighi-edények átvágása, egy csomó élő állaton alkalmam volt a középbél mozgását megfigyelni s ezen megfigyeléseim közben olyan tapasztalatokra jutottam, melyek a peritrophicus hártya működéséről és a Malpighi-edények váladékának útirányáról is adnak némi fölvilágosítást.

A Gnaptor középbéle rendesen ibolyás-barnás színű tartalommal van tele. A vékony hártyán keresztül sok példányon nagyon világosan áttűnnek a bélben nagyon gyakori hófehér színű Spórák véglények (Gregarina), melyek a peritrophicus hártya és a középbéli hámsejtek közötti szabad téren helyezkednek el. A Gregarinák rendszerint a középbéli hámsejtekhez vannak rögzítve, ritkán azonban leváltan, a peritrophicus hártya és a középbéli hámsejtek közötti szabad téren foglalnak helyet. Több ilyen Gnaptor középbélén észleltem azt, hogy a középbél rendkívül lassú peristalticus mozgása alkalmával a levált hófehér testű Gregarinák a középbél hátulsó részéből a középbél elülsőbb részére tolódtak. Ez az észlelet felkeltette figyelmemet s a középbél motoricus működésének további megfigyelésére buzdított. E célból több Gnaptor-t a potroh hátoldali falának eltávolítása után saját, vagy más fajú bögár vérébe, physiologiai konyhasóoldatba,²⁾ továbbá oxigén-

¹⁾ ARONYI S. a házi méh peritrophicus hártyájának feladatát elsősorban a méz vízelvonó hatásának csökkentésében látja (Állattani Közlemények, II. köt., 164. lap). Minthogy azonban peritrophicus hártya nemcsak a mézzel táplálkozó rovarok középbélében fordul elő, hanem olyan rovarokéban is, melyeknél a táplálék vízelvonó hatása számba nem jöhet, ez a magyarázat nem lehet a peritrophicus hártya igazi feladatának kifejezője. A peritrophicus hártya igen elterjedt a rovarok körében, azért működését csak olyan föltevessel magyarázhatjuk meg megnyugtató eredménnyel, mely az összes rovarokra ráillik.

²⁾ Physiologiai konyhasóoldatként $0.90/0$ -os konyhasóoldatot használtam, mert ennek fagyáspontcsökkenése 0.561° , tehát a bogarak vérének fagyáspontcsökkenésével közel megegyezik. (V. ö.

nel telített Ringer-féle folyadékba¹⁾ tettem, s ezeken vizsgáltam a középbél mozgását.

Megfigyeléseimet a következőkben foglalhatom össze :

A középbél mozgása megtelődésének foka és tartalmának halmazállapota szerint változik. Éhezés esetén, miként említettem (30. lap), a középbélben a hámsejtek elválasztó működése tolul homloktérbe, minek következtében a középbél emésztőváladékkal és az elválasztó hámsejtek széteséséből származó fehérjékkel telik meg. Ilyenkor a középbelen ritmusosan, elsősorban főleg a hosszanti izmok húzódnak össze és ernyednek meg, vagyis a bél ritmusosan megrövidül és meghosszabbodik. De kisebb fokban a gyűrűsizmok is olyan sajátságosan működnek, hogy a kétféle irányú izomzat működésének hatására a magasabbrendű gerinczes állatok vékonybelén észlelt ingamozgáshoz hasonló keverő mozgás létesül. Ha véletlenül olyan példányra akadunk, melynek középbélben a hámsejtekről levált Gregarinák vannak, világosan látható a keverő mozgás hatása, mert ennek következtében a Gregarinák a középbélben, hol hátulról előre, majd ismét oldalra és hátra kerülnek.

Táplálékfelvétel után közvetlenül megölt Gnaptor-ok középbélben ezek a keverő mozgások még inkább fokozódnak, minek eredményeképpen a peritrophicus hártába kerülő táplálék jól összekeveredik, mondhatnók, a szó igazi értelmében összegyűrődik a táplálék bejutása előtt elválasztott emésztőnedvekkel, melyek immár hatásosabban fejthetik ki emésztőműködésüket. Az emésztés előrehaladtával a megemésztett és felszívódásra alkalmassá tett anyagok felszívódásával, tehát a béltartalom sűrűsödésével kapcsolatosan a keverő mozgásokat az úgynevezett peristalticus mozgások váltják fel, melyek a peritrophicus hártáival körülvelt bél-

TUNNER K., A csíkbogár hímivarkészülékének morphológiája ; Állattani Közl., IV. köt., 23. lap).

¹⁾ A használt Ringer-féle folyadék összetétele : 100 gramm gondosan, üvegedényben destillált víz, 0.6 g NaCl, 0.03 g KCl, 0.02 g CaCl₂, 0.02 g NaHCO₃ és 0.1 g szőlőcukor. Nagyon jó eredményt kaptam akkor is, ha bogárvérhez még egyszer, vagy kétszerannyi térfogat Ringer-féle oldatot kevertem s ebbe tettem a kikészített belet.

tartalmat szabályszerű, majd lassúbb, majd gyorsabb hullámos mozgásban hátrafelé, vagyis az utóbél felé hajtják. A peritrophicus hártýába zárt béltartalom tehát lassanként hátrafelé jut, ellenben a peritrophicus hártýa és a középbéli hámsejtek közt elterülő szabad téren levő folyós anyag tovább keveredik és az itt összegyűlő középbéli emésztőváladék, miként a bél falán keresztül jól látható fehérszínű Gregarinák igazolják, hol előre és hátra, majd pedig oldalra jut, vagyis tovább keveredik.

E megfigyelés kapcsán hangsúlyoznom kell azt a tapasztalatot, hogy a peristalticus mozgás folyós anyagok tovaszállítására nem nagyon alkalmas. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha például egy gummicövet folyadékkal töltünk meg s ujjainkkal kifejtett, fokozatosan hátrafelé irányuló nyomással a peristalticus mozgást utánozzuk. Ilyenkor világosan látható, hogy a folyadék az összeszorított helytől fölfelé és lefelé egyaránt halad, vagyis összekeveredik. Egyébként a magasabbrendű gerinczes állatok belének peristalticus mozgásával foglalkozók már régen tudják, hogy a peristalticus mozgás darabos tartalom tovaszállítására alkalmas elsősorban. Arra, hogy a magasabbrendű gerinczes állatok belének mozgásánál abban az esetben, ha a bél tartalma folyós, mennyire háttérbe szorul a peristalticus mozgás hátrafelé irányuló hajtóereje és mennyire élénke a keverő mozgások, felemlítem GRÜTZNER és HEMETER tapasztalatait. GRÜTZNER ¹⁾ kutyákon és patkányokon, HEMETER ²⁾ pedig emberen azt észlelte, hogy ilyen körülmények között a végbélbe fecskendezett csőrében levő *Lycopodium*-, cinóber- és wismut-szemecskék az ileocoecalis billentyűkön áthaladva a vékonybélbe jutottak, sőt egyes szemecskék a gyomorig is feljutottak.

Felfogásom szerint, a most mondottakat figyelembe véve, a peritrophicus hártýának az a feladata, hogy a középbéli peristalticus mozgása segítségével a beléje zárt anyagot lassan a bél hátsó része felé juttassa, eközben pedig lehetővé

¹⁾ Pflüger's Archiv f. ges. Physiol., 71. köt., 1898, 292. lap.

²⁾ Archiv f. Verdauungskrankheiten, 8. köt., 1902, 59. lap.

tegye, hogy közte és a középbél hámrétege közt levő emésztőnedvek ugyancsak a peristalticus mozgás közreműködésével összekeverődjenek. Utóbbi keverődés teszi lehetővé azt is, hogy a peritrophicus hártya belsejében és a peritrophicus hártya meg a középbéli hámréteg közt fekvő szabad téren olyan osmoticus nyomásbeli különbségek állhatnak be, melyeknek eredményeképpen egyfelől a peritrophicus hártyán keresztül ide juthatnak a peritrophicus hártyán belül megemésztett s felszívódásra alkalmassá lett anyagok, másfelől ugyancsak a peritrophicus hártyán keresztül behatolhatnak a középbéli hámsejtek által termelt emésztőnedvek.

Ha azonban helyesek a középbél mozgató működésére és a peritrophicus hártya szerepére vonatkozó megfigyeléseim és az azokhoz fűzött magyarázataim, akkor ebből teljes bizonyossággal következik, hogy a Gnaptor-nál a Malpighi-edények váladéka legalább részben, éppen a középbélnek most ismerttetett mozgató működése által létesített keverés következtében feltétlenül bejut a középbél legalulsó részébe.

Az a megfigyelésem, hogy a Gnaptor és más bogarak középbélén észlelhető peristalticus mozgás nem folytatódik az utóbél peristalticus hullámaiban, vagyis hogy az utóbél peristalticus mozgása nem a középbél leghátulsóbb pontjából, a zárókészülékből (valvula pylorica) indul ki, hanem jóval hátrább, nagyon valószínűvé, sőt mondhatnám biztossá teszi azt a föltevésemet, hogy a Malpighi-edények váladéka szükségképpen minden olyan rovar középbelének hátulsó részébe bejut, melynek Malpighi-edényei a középbélet az utóbéltől elválasztó zárókészülék előtt ömlenek a bélcsőbe. A most említett megfigyelésem egyúttal azt is igazolja, hogy a középbél mozgató működésének élettani határa egyfelől az előgyomor (proventriculus) hátsó része, másfelől a középbél végső része után következő zárókészülék (valvula pylorica és pylorus).

VIII.

A MALPIGHI-EDÉNYEK SZÖVETTANI SZERKEZETE.

A Malpighi-edények szövettani szerkezetét mostanáig számosan vizsgálták s lényegében mindenütt egyformának találták. A tüzetesebben megvizsgált Gnaptor Malpighi-edényei sem térnek el a más rovarokon megállapított alapszerkezettől.

A Gnaptor Malpighi-edényei, — miként már előbb kifejtettem, — rendkívül hosszú, bonyolódottan lefutó, tracheákkal rendkívül sűrűn behálózott, rendesen barnásvöröses színű csöves fonalak. Anatómiai és szövettani szerkezetük, továbbá a testüregbe befecskendezett festőanyagok iránt való viselkedésük alapján, erőltetés nélkül, két rész különböztethető meg rajtuk. Az egyik részt a szabad szemmel jól látható, a testüregben szabadon elhelyezkedő csöves rész, a másikat pedig a végbél izomrétegében alkotott hálózat alkotja. Mielőtt e két rész élettani különbségeinek tárgyalására áttérnék, röviden ismertetem szövettani szerkezetüket.

A Malpighi-edényeket kívülről rugalmas rostokból álló *savós hártya* (peritonealis hártya) veszi körül. Ezen belül észlelhető az egynemű, vékony *alaphártya* (tunica propria) és a *hámréteg a pálczikás szegélylyel*, melyet sokan intima névvel is jelölnek.

1. A *savós hártya* finom, rugalmas rostoknak rendkívül vékony rétegből áll, melyeknek sejtmagja kicsi, rendesen hosszanti irányban megnyúlt. A rostok Calleja-

féle festéssel sárgászöldre festődnek. Annak eldöntése, hogy ezek a rostok valóban izomrostok, keresztmetszeteken nagyon nehéz, mert ez a réteg rendkívül vékony. Hosszanti metszeteken jól láthatók a rostok közt levő tracheák és trachea-végsejtek. Ugyancsak ilyen hosszsmetszeteken helyenként egészen világosan láthatók elágazó sejtek, melyeknek némely ágain a harántcsíkolat nyoma is észlelhető. LÉGER és DUBOSQ¹⁾ a tücsök és a csibor, SCHNEIDER²⁾ a csibor és a csótány, SINÉTY R.³⁾ a botsáskák (*Phasmodae*) Malpighi-edényein aránylag hatalmas izomréteget észlelt, ezért nagyon valószínűnek tartom, hogy a Gnaptor Malpighi-edényeit kívülről körülburkoló savcs hártya is összehúzó-dásra termett rostokból áll. GRANDIS⁴⁾ a csibor, MARCHAL⁵⁾ a Timarcha és szöcske, LÉGER és DUBOSQ⁶⁾ a tücsök Malpighi-edényein ritmusos összehúzó-dást és megernyedést észlelt s ezt az izomrétegnek tulajdonítja. Hasonló összehúzó-dást észlelt SINÉTY R.⁷⁾ a botsáskák Malpighi-edényein, melyek megfigyelései szerint összehúzó-dó tehetségüket, physiologiai konyhasóoldatban tartva még 24 óra múlva is megőrizték. Ilyen mozgást, bár nagyon sok Gnaptor Malpighi-edényeit figyeltem meg, részint hevenyében megölve, részint physiologiai konyhasóoldatba és Ringer-féle folyadékba téve, soha sem észleltem. A Malpighi-edények átvágása alkalmával azonban mindig azt láttam, hogy a tartalom az átvágás helyén kifolyt. Ilyenkor nyilván a vágás ingere váltotta ki a szomszédos részek rostjainak összehúzó-dását s ennek eredményeképpen ömlött ki a Malpighi-edények tartalma.

A savós hártya körülbelül mindenütt egyenlő vastag s

¹⁾ Sur les tubes de Malpighi des Grillons (Compt. rend. Soc. Biol., Paris, 11, vol. 1, 1899, 527—529. lap).

²⁾ Lehrbuch d. vergl. Histologie, Jena, 1902, 507—508. lap.

³⁾ Les tubes de Malpighi chez les Phasmes (Orth.) (Bull. de la Soc. Entomol. de France, 1900, 17. sz., 333—335. lap).

⁴⁾ Sur les modifications des épithéliums glandulaires durant la sécrétion (Arch. Ital. Biol., 14. köt., 1890, 160—182. lap).

⁵⁾ Sur la motilité des tubes de Malpighians (Ann. Soc. Ent. France, 61, vol. 4, 1893, Trim Bull., 256—257. lap).

⁶⁾ Id. mű.

! . mű.

nemcsak a testüregben szabadon fekvő Malpighi edényeken van meg, hanem azokon a Malpighi-edényeken is, melyek a végbél falában az izomréteg között hálózatot alkotnak.

2. Az *alaphártya* mindenütt egyenlő vastagságú és csőalakban burkolja a Malpighi-edényt kibélelő hámsejteket. Schweitzer-féle reagensben ¹⁾ nem oldódik. Jód-jódkáliummal barnásvörösre festődik s e szín kénsav vagy chlorcink hozzá-cseppentésére ibolyás-kékre változik. Methylikéssel rózsaszínűre festődik. Mindebből arra következtetek, hogy az alaphártya chitinszerű anyagból áll.

3. A *hámréteg* tipusos mirigysejtekből áll, melyek morfológiailag lényegében a testüregben szabadon fekvő Malpighi-edények minden részében, ha az elválasztással összefüggő változások különbözőségétől, melyen minden sejt keresztülesik, eltekintünk, egyformák. Élettani működés dolgában azonban lényeges különbségnek kell lenni a testüregben szabadon fekvő Malpighi-edényrészlet és azon Malpighi-edényrészlet között, mely a végbelen hálózatot formál. A testüregbe fecskendezett festékeket, pl. az indigokarmint, ugyanis az előbbi Malpighi-edényrészlet kiválasztja, ellenben a végbelen hálózatot formáló Malpighi-edényrészletben sohasem tudtam kiválasztott festékszemeszkéket felfedezni.

A hámréteg egyes sejtjei jól elkülönültek. Közöttük sejtközötti járatok nincsenek. Olyan syncytiumot, a milyent LÉGER L. és HAGENMÜLLER P.²⁾ a *Scaurus* nevű bogár Malpighi-edényein észlelt, a *Gnaptor* Malpighi-edényeinek egyetlen részletén sem találtam. A sejtek alakja a működés különböző szaka szerint nagyon változó, úgy hogy méreteiknek közlése teljesen fölösleges. Keresztmetszetben rendszeren 5—8 sejtet számlálhattam össze; ezek szorosan egymáshoz illeszkedve, teljesen kibélelik a Malpighi-edények belső részét (VI. tábla, 17. és 19. rajz). Lényegesen megcsappan számuk

¹⁾ Készítésmódját l. *Mandel*, Handbuch f. d. Physiol.-Chem. Laboratorium (Berlin 1897), 100. lap.

²⁾ Sur la structure de tubes de Malpighi de quelques Coléoptères tenebrionides (Compt. Rend. Soc. Biol. Paris, 1899, 2. sorozat, 1. köt., 449—451. lap és Bull. Soc. Ent. France, 1899, 192—194. lap).

a Malpighi-edények alkotta végbeli hálózaton, a hol keresztmetszetben (II. tábla, 8. rajz, *Malp. km.*) mindössze csupán két-három sejtet észlelhetünk.

A sejtek plasmája hálós szerkezetű; a háló plastin fonalai különösen bizonyos működési szakon a sejtek alapján élesen előtűnnek. A hálózat közeiben nagyon sok a váladékszemecske és a folyadékot tartalmazó vacuola. A szemecskék kétfélék: erősen fénytörő sárgásbarna színűek és színtelenek. Utóbbiak eosinnal élénk rózsaszínűre festődnek. E két szemecske-féleségnek helyzete és száma a sejtek működési szaka szerint változó, a mire még később rátérek. Azonkívül még előfordulnak, különösen több napi bőséges táplálkozás után megölt bogarak Malpighi-edényeiben, olyan szemecskék, melyek az osmiumsavat redukálják. Éhező példányokban ilyen szemecskéket egyetlenegyszer sem találtam.

A sejtek magjai rendesen nagyok, gömbölyűek, vagy tojásdadalakúak, olykor pedig egészen szabálytalan alakúak, a mi szintén a sejtek működésével áll összefüggésben (VI. tábla, 19. rajz). Szerkezetük legjobban tanulmányozható sublimat-alkohollal rögzített Malpighi-edényekből készített és Zimmermann-féle jódzöld-fuchsinnal¹⁾ festett metszeteken. ROHDE E.²⁾ ajánlata szerint differenciálásra nemcsak alkoholt, hanem gliczerint is használtam. A gliczerin lassabban vonja ki a festéket, ezért mikroszkóppal való ellenőrzéssel rendkívül élesen differenciált metszetekhez juthattam, melyek a sejtmag finomabb szerkezetét világosan elem tárták. Az 5—6 mikron vastag metszeteket néhány perczig jódzöld-fuchsin-oldatban tartottam és a lehető legnagyobb gyorsasággal alkoholon áthúztam és tárgyüvegre téve s gliczerinnel le-cseppentve, fedőüveggel lefedtem. A kivont festékekkel megfestődött gliczerint a fedőüveg szélére tett itatóspapiros segítségével eltávolítottam és ezt a másik szélére cseppentett tiszta gliczerinnek átszívásával pótoltam. Két-három óra

¹⁾ 1 térfogat koncentrált vizes fuchsin-oldat + 9 térfogat 0.10/0-os véres jódzöld-oldat. V. ö. Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie, XII. köt., 463—473. lap.

²⁾ Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 73. köt., 1903, 498—500. lap.

mulva rendszeren nagyon világosan differenciálódott készítményekhez jutottam. Sajnos, az ilyen készítmények nem állandók, a mennyiben gliczerinben tartva, később teljesen elszíntelenednek. Néhányat próbáltam kanadabalzsamban állandósítani, de ez sem vezetett célra, mert a készítmények megfakultak.

Jódzöld-fuchsinnal festett készítményeken világosan látható, hogy a magvaknak csak bizonyos működési szakban van zöldre festődő, nagyon vékony sejtmagburkuk. A sejtmag állományán belül a más magvakban rendszeren határozottan látható plastingerendázat úgyszólván hiányzik, csak helyenként, főleg kanadabalzsamban állandósított készítményeken láttam az erősen zöldre festődött nuclein-tartalmú részekből kisebb, gyengébben megfestődő plastin-fonalakat kiindulni. A jódzöld-fuchsinnal zöldre, ritkábban ibolyaszínűre festődő chromatin-állomány finom szemecskékből áll, melyek kisebb-nagyobb, jól látható rögökbe tömörülnek. A magnedv, melyet ROHDE E. nyomán ¹⁾ *enchylema* névvel fogok jelölni, a nyugvó és az elválasztásnak tetőfokán álló sejtmagvakban jódzöld-fuchsinnal gyengén világoszöldre festődik, a deformált alakú magvak enchylemája rendszeren színtelen marad. Az enchylema zöldszínű festődése arra vall, hogy a magnedv oldva nuclein-tartalmú anyagot tartalmaz, mely később elhasználódik.

A most említett részeken kívül még rendszeren egy, vagy két, olykor ritkán még több gömbölyű magocska (nucleolus) fordul elő, mely jódzöld-fuchsinnal élénk vörösre festődik. Észleltem olyan sejtmagokat is, melyeknek sejtmagocskája zöldre festődött.

Az ilyen sejtmagú sejtek látszólag egészen fiatal sejtek voltak és váladékszemecskéket és feltűnő sok vacuolát sohasem tartalmaztak. Érdekesnek tartom felemlíteni, hogy az ilyen zöldre festődő magocskában sohasem észleltem vacuolát, ellenben a vörösre festődőkben elég gyakran. Kellő számú készítmény hiányában nincsen módomban megállapítani, hogy a jódzöld-fuchsinnal zöldre és vörösre, vagy

¹⁾ Zeitschrift f. wiss. Zool., 73. köt., 550. lap.

ibolyára festődő chromatin-állomány a sejtmagban milyen összefüggésben áll a kiválasztás folyamatának egyes szakjaival. Azonban észleletem alapján annyit teljes határozottsággal mondhatok, hogy a vörösre festődő chromatin-állomány gyarapodása mindig a sejt előre-gedésének jele. A szemmel láthatólag fiatal és élénken működő sejtekben a jódzöld-fuchsinnal zöldre festődő chromatin-állomány a túlnyomó.

4. A *pálczikás szegély* (»plateau striée bordure en brosse«) a Gnaptor-nál a végbelen hálózatot alkotó Malpighi-edények hámsejtjein állandóan megvan (II. tábla, 8. rajz, *Malp. km.*), ellenben a testüregben szabadonfekvő Malpighi-edények hámsejtjei közül csak az egészen fiatal »nyugvó« sejteken található meg. A kiválasztás megindulásakor a pálczikás szegély eltűnik (VI. tábla, 17. és 19. rajz).

A Gnaptor Malpighi-edényeit kibélelő hámsejteken, elsősorban pedig a végbelen hálózatot alkotó Malpighi-edényekben levőkön megállapíthattam, hogy a pálczikás szegély chitinből áll, a mennyiben jódjód-kálium-oldattal barnássárgára színeződik s ez a szín chlor-czink-oldat hozzáceppentésére kékre változik. Azonkívül nagyon vékony metszeteken ezerszeres nagyítással világosan megállapítható, hogy a pálczikás szegély rendkívül finom szálacskákból áll, melyek alapjukon kicsi, erősen festődő testecskékből erednek. Ezért HOLMGREN NILS-nek ama nézetéhez¹⁾ csatlakozhatom, hogy a Rovarok s általában az Ízeltlábúak pálczikás szegélye morphologiailag elchitinesedett csillangós szegély.

A szövettani szerkezet ismertetése kapcsán ki kell emelnem azt a fontos észleletemet, hogy a Gnaptor Malpighi-edényeivel szoros összefüggésben állanak a tracheák lefutását nyomon kísérő oenocyták. A Malpighi-edényekbe megszámlálhatatlanul sok tracheaág hatol be s a tracheaágak behatolása helyén az oenocyták összefüggésbe lépnek a Malpighi-edényekkel (V. tábla, 15. és 16. rajz; *oe.* = oenocyta).

¹⁾ Anatomischer Anzeiger, 21. köt., 1902, 376. lap.

Ez az összefüggés a Malpighi-edények élettani szerepének megismerése szempontjából nagyon fontos, mert a Malpighi-edények hámsejtjeihez szorosan hozzásimuló oenocyták ugyanolyan sárgásbarnás, erősen fénytörő szemecskékkel vannak tele, mint a Malpighi-edények hámsejtjei. Számos készítményemen világosan látható, hogy az oenocytákban felhalmozott szemecskék fokozatosan a Malpighi-edények hámsejtjeibe jutnak át, eközben pedig az oenocyták jelentékenyen megkisebbednek. E felfedezésem azért fontos, mert világosan igazolja, hogy a Malpighi-edények hámsejtjeiben látható sárgásbarna szemecskék nem kizárólag itt keletkeznek; megvannak azok már az oenocytákban és csak másodlagosan az oenocytákból kerülnek a Malpighi-edényekbe s innen a belén keresztül a külvilágba.¹⁾ Sőt metszeteim amellett bizonyítanak, hogy a sárgásbarna váladékszemecskék valószínűleg kizárólag csak az oenocytákból kerülnek a Malpighi-edények sejtjeibe. Számos metszetemen látható, hogy a Malpighi-edényeknek vacuolákkal telt, tehát az elválasztás tetőfokán álló sejtjei teljesen mentesek a sárgásbarna váladékszemecskéktől, ellenben a kívülről szorosan hozzájuk illeszkedő oenocyták tele vannak ilyen szemecskékkel (V. tábla, 15. rajz). A különböző szakokat képviselő metszeteken nyomon követhető, hogy a Malpighi-edények sejtjeinek elválasztó működése megcsappanásával karöltve hogyan jut át az oenocytákból ezekbe egyre több és több színes váladékszemecske s ezzel kapcsolatban, fokozatosan mennyire megkisebbedik a szemecskés váladékától megszabaduló oenocyta. Ennek világos példája az V. táblán lévő két microphotographia. A 15. számú microphotographián világosan látható, hogy a Gnaptor Malpighi-edényéből készített kereszt-

¹⁾ HOLMGREN NILS a *Dacytes flavipes* nevű bogáron megállapította, hogy ennek a nőstényén a 6 rendes Malpighi-edényen hat bunkóalakú függelék van, melyeket járulékos kiválasztószervnek nevez. Ezek a járulékos kiválasztószervek a legszorosabb összefüggésben állanak az oenocytákkal. Lásd Anatomischer Anzeiger, 22. köt., 1902, 233—238. lap.

metszet egyik, elválasztó működése tetőfokán álló sejtjében nincsen még színes váladékszemecske, ellenben a hozzá-simuló oenocytában (*oe*) rendkívül sok van. A 16. számú microphotographián viszont olyan sejtet láthatunk, melynek elválasztó működése már megcsappant. Ennek alapján már ott láthatók a vele összefüggő oenocytából (*oe*) származó színes váladékszemecskék.

Bár mikroszkóppal metszeteken csak azt állapíthatjuk meg, hogy a Malpighi-edényekhez szorosan csatlakozó oenocyták csupán színes váladékszemecskéket juttatnak a Malpighi-edényeket kibélelő sejtekbe, mégis nagyon valószínű, hogy azonkívül még más, mostanáig ismeretlen összetételű oldott anyagokat is juttatnak azokba. Az oenocyták belsejében felhalmozott anyagokat még nem ismerjük, ismeretlen továbbá az oenocyták élettani szerepe is,¹⁾ ezért egyelőre nincs is módunkban élettani szempontból helyesen és teljes értékében megállapítani az oenocyták és a Malpighi-edényeket kibélelő sejtek most említett összefüggésének jelentőségét. A metszetek mindenestre azt félreismerhetetlen határozottsággal igazolják, hogy az oenocyták rendszere és a Malpighi-edények között szoros összefüggés van.²⁾

Itt közbevetőleg megemlítem, hogy a Gnaptor-nak a Malpighi-edényekkel összefüggő oenocytái, miként arról microchemiai reakciókkal meggyőződtem, nagymennyiségű húgsavat tartalmaznak. Több Gnaptor oneocyta-halmazait gondosan kiszabadítottam a többi szövetek szövevényéből és tárgyüvegen néhány csepp salétromsavval bepároltam; az ilyen készítményekben a váladékszemecskék sárgásvörös színt öltöttek s kálilúg hozzáceppentésére kékre festődtek, vagyis a murexid-próba pozitív eredményre vezetett. Használóképpen a SAINT-HILAIRE³⁾ módszere szerint végre-

¹⁾ V. Ö. STENDELL W., Beiträge zur Kenntnis der Önocyten von Ephestia kuehniella Zeller (Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 102. köt., 1912, 136—168. lap).

²⁾ Ezt bizonyítja HOLMGREN NILS észlelete a *Dacytes flavipes*-en is (Anat. Anzeiger, 22. köt., 1902, 233—238. lap).

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, 26. köt., 1898, 102—109. lap.

hajtott húgysavreakcióval is pozitív eredményhez jutottam.

A Malpighi-edényekből készített metszetek rendkívül élénk elválasztásbeli folyamatokról tanuskodnak. Egyetlen metszeten sem látunk teljesen egyforma hámsejteket, sőt ellenkezőleg, mindegyik sejt a működésnek más és más szakát tárja elénk (lásd pl. a VI. tábla 17. rajzát). A rendelkezésemre álló metszeteken észlelt szakok alapján a Gnaptor Malpighi-edényeit kibélelő hámsejtek működését a következőkben foglalhatom egybe :

Kezdő szaknak azt az állapotot tartom, a mikor a hámsejtek keresztmetszetben többé-kevésbé laposak, a lumen felé eső részükön pálczikás szegélylyel vannak borítva s sejt-magjuk a sejt közepén foglal helyet. A sejtmag enchylemája jódzöld-fuchsinnal világoszöldre, a sejtmagban egyenletesen elosztott szemecskés chromatin-állománya és magocskája (esetleg több magocskája) sötétzöldre festődik. Azonfelül a sejtek protoplasmájában és sejtmagjában vacuolák és váladékszemecskék nincsenek, vagy nagyon gyér számban vannak jelen ; a sejtplasma egyneműnek látszik és a festéket nehezen veszi fel. Éhező példányok Malpighi-edényeinek hámsejtjei sorában ez a szak nagyon gyakori, azzal a különbséggel, hogy ezekben a magocskák jódzöld-fuchsin-nal vörösre festődnek. A működés további szakán a sejtmag nagy változáson megy keresztül. A sejtmag ugyanis tetemesen megnagyobbodik, rendesen szabályos gömb, vagy tojásdad alakot ölt s benne egyenletesen elosztva kis vacuolák és eosinnal rózsaszínűre festődő szemecskék jelennek meg, melyek ezerszeres nagyítással jól láthatók. E változással kapcsolatban a sejtek is a lumen felé erősen megnyúlnak, a pálczikás szegély eltűnik s a sejtmag vékony burka, mely jódzöld-fuchsinnal zöldre festődik, helyenként eltűnik. Ezután gyors egymásutánban a sejtek protoplasmájában is megjelennek az eosinnal rózsaszínűre festődő szemecskék és a vacuolák, melyek itt annyira megnagyobbodnak, hogy már kis nagyítással is jól láthatók. A sejt ezután a lumen felé még jobban megnyúlik és a váladékkal telt vacuolák a sejt lumen felé eső részén gyűlnek össze.

a sejtmag pedig lejebb, a sejt alapja felé húzódik ; ilyenkor a sejtmag alakja is szabálytalan alakúvá válik, a benne levő vacuolák és eosinnal rózsaszínűre festődő szemecskék száma tetemesen megcsappan, azonkívül a chromatin-állománya jódzöld-fuchsinnal ibolyaszínűre, magocskája élénk vörösre festődik s az enchylema sem festődik többé világoszöldre, hanem színtelen marad. Az elválasztás további szakán a sejteknek lumen felé eső része, melyben a vacuolák száma és nagysága még inkább nagyobbodott, leválik a sejtről és a Malpighi-edények belsejében szétfolyik. Ugyanekkor a sejtek alapján megjelennek a sárgásbarna váladékszemecskék, melyek nyilvánvalóan a Malpighi-edényekhez helyenként hozzásimuló oenocytákból származnak. Az V. tábla 15. és 16., továbbá a VI. tábla 17. és 19. képen jól látható az a szak, a melyben a Malpighi-edényeket kibélelő hámsejteknek lumen felé eső, vacuolákkal és élő állapotban színtelen váladékszemecskékkel telt része leválott és szétfolyt az edények lumenjében ; a VI. tábla 18. és 20. képen az is jól látható, hogy a sejtek alapján megmaradtak a színes váladékszemecskék és a szabálytalan alakú sejtmag.

A színes váladékszemecskéknek a Malpighi-edények lumenjébe való jutására nézve készítményeim alapján meg kell említenem, hogy azok a most vázolt folyamattól függetlenül, mondhatnám időszakosan kerülnek a Malpighi-edények üregébe. Készítményeim szerint a Malpighi-edények hámsejtjei csak időszakosan akkor juttatják a színes váladékszemecsketartalmukat a Malpighi-edények üregébe, ha az már további működésüket akadályozza. Ilyenkor a sejtek szétesnek, elpusztulnak s színes váladékszemecske tartalmuk a Malpighi-edények lumenjébe kerül (IV. tábla, 14. kép).

A hűgysav időszakos kiválasztása mellett bizonyít az a FÜRTH O. könyvében¹⁾ említett, PASTEUR-tól és ROULIN-tól²⁾ származó észlelet, hogy a selyemlepke hernyójának

¹⁾ Vergleichende chemische Physiologie d. niederen Tiere, Jena, 1903, 297. lap.

²⁾ Annales scientifiques de l'école normale supérieure, 1873, 20. lap.

Malpighi-edényeiben a hűgysavkristályok száma a vedlés-közti időben folyvást szaporodik és a vedlések folyamán a hűgysavkristályok belőlük teljesen kiürülnek.

Ugyancsak a Malpighi-edényekben felhalmozott bomlástermékek időszakos kiválasztása, továbbá a Malpighi-edényeknek a vedléssel való érdekes összefüggése mellett bizonyít Verson-nak és Plotnikow-nak szintén a selyemhernyón tett észlelete. Verson E.¹⁾ ugyanis azt észlelte, hogy a vedlő hernyó negyedik vedléséig az ú. n. »exuvialis mirigyek« által elválasztott folyadék sósavas sókból áll, a későbbi vedléseknél pedig hűgysavas sókat tartalmaz. Ugyanebben az időben a Malpighi-edények tartalma is ilyen összetételű volt. Plotnikow W.²⁾ megfigyelte, hogy a selyemhernyó vedlése alkalmával a Malpighi-edények úgyszólván teljesen szabadok a most említett bomlástermékektől, ellenben a mikor az új cuticula már kiképződött, a Malpighi-edények újból tele vannak bomlástermékekkel, melyeknek mennyisége a vedlésig egyre fokozódik. Tichomirov A.³⁾ szerint a vedlés alkalmával a régi és új chitinhártya alatt felhalmozódó folyadék a Malpighi-edényekből származik és akként kerül a régi és új chitinburok közé, hogy a Malpighi-edények bomlástermékei az utóbél hámlja és chitinintimája között felhalmozódnak és a vedlés alkalmával innen a bőr alá kerülnek.

A működés közben elpusztult sejtek helyét újabb sejtek foglalják el, melyek a működő sejtek közé helyenként beiktatott kis sejtek osztódása útján keletkeznek. A pótlás valószínűleg direct oszlás útján történik, mert 1. a Necrophorus-nál, Carabus-nál, Lethrus-nál, Gnaptor-nál és más bogaraknál több metszeten észleltem a Malpighi-edények sejtjeinek alapján direct magoszlást és mert 2. más bűvá-

¹⁾ Di una serie di nuovi organi escretori scoperti nel filugello (R. Staz. bacol. di Padova, 1890, id. Plotnikow művéből).

²⁾ Über die Häutung u. über einige Elemente der Haut bei d. Insekten (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 76. köt., 1904, 338. lap).

³⁾ A gyakorlati selyemtermelés alapvonalai. Moszkva, 1895. Orosz nyelven jelent meg. Idézve Plotnikow műve után. V. ö. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 76. köt., 1904, 338. lap.

rok is hasonlót észleltek, így például PLATNER G.¹⁾ a *Dytiscus marginalis*. MARSHALL S. WM.²⁾ pedig a *Diapheromera femorata* Malpighi-edényeiben amitoticus oszlást észlelt.

Az imént vázolt folyamattól egészen eltérően viselkednek azok a hámsejtek, melyek a Gnaptor-nál a végbelen hálózatot alkotó Malpighi-edényeket bélelik (II. tábla, 8. rajz, *Malp. km*). Bennük eredettől kezdve színes, továbbá eosinnal rózsaszínűre festődő, eredetileg színtelen váladékszemecskéket és bomlástermékeket tartalmazó vacuolákat sohasem észleltem. Azonkívül lumen felé eső részükön állandóan pálczikás szegélylyel vannak ellátva. Rajtuk azoknak az elválasztásbeli folyamatoknak még nyomát sem láttam, a melyek a testüregben szabadon fekvő Malpighi-edények hámsejtjein oly szembetűnők és a melyeket előbb ismertettem. Ez a lényeges szövettani szerkezetbeli különbség is arra vall tehát, hogy azoknak a sejteknek működése és élettani feladata, melyek a Gnaptor-nál a végbelen hálózatot alkotó Malpighi-edényeket bélelik, egészen más, mint azoké a sejteké, melyek a testüregben szabadon fekvő Malpighi-edényrészletet bélelik.

¹⁾ PLATNER, Die direkte Kerntheilung in den Malpighi'schen Gefäßen der Insekten (Archiv f. mikr. Anat., 1889, 33. köt., 145—149. lap., IX. tábla, 12—18. ábra).

²⁾ Amitosis in the Malpighian tubules of the walking-stick (*Diapheromera femorata*) Zoological Bulletin, XIV. köt., 2. sz., 1908, 89—92. lap, V. tábla).

IX.

A MALPIGHI-EDÉNYEK VISELKEDÉSE A TESTBE FECSEKENDEZETT FESTŐANYA- GOKKAL SZEMBEN.

GAEDE H. M.¹⁾ volt az első, a ki PFAFF C. H. kieli tanár ²⁾ ösztönzésére a XIX. század elején, 1815-ben, a festőanyagokat felhasználta a Malpighi-edények működésének tanulmányozására. Ő czinóberes vízbe tett növények leveleivel etette hernyóit és bonczolás alkalmával a festéket a Malpighi-edényekben találta. E kísérlete alapján a Malpighi-edényeket felszívó szerveknek tartotta, jóllehet észleletei éppen olyan mértékben igazolják a felszívó, mint a kiválasztó működést.

1877-ben SCHINDLER E.³⁾, HEIDENHAIN-nak a gerinczes állatok veséjének kanyarulatós csatornáin végzett és 1874-ben közzétett híres kísérleteitől ⁴⁾ ösztönözve, a lőtücsöknél (*Gryllotalpa*) szintén felhasználta ezt a módszert abban az alapföltevésben, hogy az indigosulfosavas natriumot a gerinczes állatokhoz hasonlóan, a rovaroknál is a húgyalkotórészeket elválasztó sejtek választják ki a testből. Észleletei szerint a lőtücsök testüregébe fecskendezett tömény indigosulfosavas natrium-oldat színes anyaga 1—2

¹⁾ GAEDE H. M., *Observations physiologiques sur les vaisseaux biliaires des Insectes* (Ann. génér. d. Sc. Physiques, 1819, 194. lap).

²⁾ GAEDE H. M., *Beyträge zur Anatomie der Insekten*, Altona 1815, Vorwort, 7. lap.

³⁾ *Zeitschrift f. wiss. Zoologie*, 30. köt., 1878, 614—616. lap.

⁴⁾ *Archiv f. mikroskop. Anatomie*, X. köt., 1874.

óra mulva a Malpighi-edények hámjának külső rétegét és sejtmagjait színezte; 24 óra mulva a sejt plasmája már mentes volt a festéktől s csak a sejtmagvak és az azokat körülvevő »húgygolyócskák« (»Harnkugeln«) voltak kék-színűek s végül az összes befecskendezett festék a Malpighi-edények sejtjeinek közreműködése következtében teljesen kiválasztódott a testből. Ezt a kísérletet SCHINDLER E. a Malpighi-edények kiválasztó működésének egyik legfőbb bizonyítékaként ismertette.

Sokkal rendszeresebben vizsgálta meg a befecskendezett festőanyagok kiválasztását BALBIANI E. G.¹⁾ 1886-ban és KOWALEVSKY A.²⁾ odesszai fiziológus 1889-ben. KOWALEVSKY vizsgálatainak alapja volt HEIDENHAIN, CHRZONSCZEWSKY és WITTICH vizsgálata, melynek eredményeként a gerinczes-állatok veséjében élettanilag két különböző részt kell megkülönböztetni, nevezetesen a Malpighi-féle gomolyt (glomerulus) és a kanyarulatot csatornácskákat (tubuli contorti); az előbbi választja ki a vizet és a könnyen oldódó sókat, az utóbbi pedig az ureumot, a húgysavat és ennek különböző sóit. A vesének most említett két része a felsorolt bűvárok szerint a karminsavas ammonium és az indigokarmin iránti viselkedésével tűnik ki. A testüregbe fecskendezett karminsavas ammonia-oldatot ugyanis állandóan a Malpighi-féle gomoly, az indigokarmint pedig a kanyarulatot csatornácskák választják ki. KOWALEVSKY abban a föltevésben terjesztette ki vizsgálatait a gerincztelen állatokra, hogy e módszer segítségével kiderítheti a gerincztelenek hasonló működésű szerveit. Vizsgálatainak eredményei szerint a rovaroknak kétféle szervrendszerük van. Az első rendszer magában foglalja a Malpighi-edényeket, melyek mindig az indigokarmint választják ki s jellemző reájuk sejtjeik alkalikus reakciója. A második rendszert a hát-edény közelében fekvő, ú. n. pericardiális sejtek alkotják,

¹⁾ Études bactériologiques sur les Arthropodes (Compt. rend Ac. Sc. Paris, 103. köt.).

²⁾ Ein Beitrag zur Kenntnis der Excretionsorgane (Biologisches Centralblatt, 9. köt., 33—47., 65—76. és 127—128. lap).

melyek mindig a karminsavas ammoniát választják ki és reakciójuk határozottan savas. E két kiválasztó rendszerhez csatlakoznak a phagocyták, melyek a vérbe került oldhatatlan anyagokat, baktériumokat választják ki. A pericardiális sejteknek kivezető csatornájuk nincsen, ezért a testükben felhalmozott bomlástermékeket a phagocyták küszöbölik ki a testből, melyek a pericardiális sejteket, ha azokban túlságos nagy mennyiségben gyűltek össze a bomlástermékek, megtámadják és szétrombolják.

KOWALEVSKY vizsgálatait a rovarokra vonatkozólag főleg GRANDIS V.¹⁾ CUÉNOT L.²⁾ és METALNIKOV S.³⁾ erősítette meg és több becses új adattal egészítette ki.

E módszer hasznavehetőségét többen élesen megtámadták és tudományos jogosultságát kétségbevonták, így első sorban YVES DELAGE,⁴⁾ a ki teljes joggal hangsúlyozta, hogy a kiválasztó szervek tanulmányozása céljából a testbe fecskendezett színes anyagok, pl. az ammoniás karmin és indigokarmin nem a rendes kiválasztás terméke, ezért abból, hogy valamely szerv ezeket az anyagokat kiválasztja, még nincs jogunk csupán ennek alapján húgykiválasztó működésére következtetni. Milyen alapon állíthatjuk, — úgymond — hogy mert valamely szerv mesterségesen a szervezetbe fecskendezett anyagokat eltávolít, egyúttal nagyon különböző természetű rendes bomlástermékeket is kiválaszt? Azonfelül abból, hogy valamely szerv nem választja ki pl. az ammoniás karmint és az indigokarmint még nem követ-

¹⁾ Arch. Ital. de Biol., XIV. köt., 1891.

²⁾ Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale (Invertébrés) (Arch. Zool. Expériment., 1891, 2. sorozat, 9. köt.); Études physiologiques sur les Orthoptères (Arch. de Biol., 14. köt., 1895); Les globules sanguins et les organes lymphoïdes des Invertébrés (Arch. d'anat. microsc., I. köt., 1897); La région absorbante dans l'intestin de la Blatte (Arch. Zool. Expériment., 1898, 3. sor., 6. köt., Notes et Revue).

³⁾ Recherches expérimentales sur les chenilles de *Galleria mellonella* (Arch. Zool. Expérimentale, 1908, 4. sor., 8. köt., 489—588. lap).

⁴⁾ Observation à propos des injections physiologiques (Compt. rend. Acad. Scienc. Paris, 1902, 135. köt.).

kezik, hogy rendes bomlástermékeket egyáltalában nem választ ki.

YVES DELAGE nagyon megszívlelendő, nyomós megjegyzése mindenestre találó és óvatosságra int. Az indigokarmint kiválasztó sejtek, bár a magasabbrendű gerinczesállatoknál az indigokarmint mindenütt a vese kanyarulatos csatornácskáinak sejtjei választják ki, mégsem tekinthetők egyéb bizonyító adatok nélkül, csupán ennek alapján húgykiválasztó sejteknek. Hogy YVES DELAGE-nak mennyire igaza van, bizonyítja az az észzeletem, hogy a pontyba, márnába, kecségébe befecskendezett indigokarmint csupán a máj sejtjei, az ammoniás karmint pedig a vese sejtjei választják ki; ha tehát minden további megfontolás nélkül elfogadjuk KOWALEVSKY okoskodását, akkor e halak máját kell húgykiválasztó szervnek tekintenünk, veséjének pedig csak a víz és a könnyen oldódó sók kiválasztását szabad tulajdonítanunk. Itt említem meg, hogy SCHNEIDER GUIDO¹⁾ a lándzsahal (*Amphioxus* [*Branchiostoma*] *lanceolatus*) májának vizsgálatakor a májban húgyalkotórészeket nem észlelt, a testbe fecskendezett ammoniás karmint és indigokarmint mégis mindig a máj választotta ki.

Hasonló értelmű adatoknak egész sorát hozhatnám fel még arra, hogy az analógiákat még egy állattörzsön, pl. a legjobban ismert gerinczesállatok csoportján belül is csak nagy óvatossággal szabad felhasználni. Még nagyobb körültekintést kíván tehát az analógiák felhasználása egészen más szervezettű állattörzs életjelenségeinek búvárlatánál és az analógiákon alapuló kísérleti adatok értelmezésénél. Ha pl. a festékanyagok kiválasztásából és felhalmozásából a kiválasztó működésre következtetünk, akkor végeredményben az állatok idegrendszerét is kiválasztó szervnek, illetve KOWALEVSKY és CUÉNOT mesterszótára szerint »felhalmozó vesének« (rein d'accumulation) kell tartanunk, mert a testbe fecskendezett methylikéket a vérből kiválasztja és az idegsejtekben felhalmozza.

¹⁾ Einiges über Resorption u. Excretion bei *Amphioxus lanceolatus* Yarrel (Anat. Anz., XVI. köt., 1899, 601—605. lap).

Mindazonáltal a testbe fecskendezett festékanyagok kiválasztásának tanulmányozása több tekintetben nagyon fontos, mert lehetővé teszi a kiválasztás folyamatának tüzetesebb tanulmányozását és lehetővé teszi más adatok tekintetbe vételével a bizonyos értelemben egyformán működő, tehát élettanilag egyértékű szövetek és sejtek megállapítását. Azonkívül az ilyen vizsgálatok arra is rámutatnak, hogy a morphologiailag egymástól egyáltalában nem, vagy csak kevésbé különböző sejtek idegen anyagokkal szemben homlokegyenest ellenkezően viselkednek.

A Gnaptor Malpighi-edényeinek tanulmányozásánál különösen nagy hasznát vettem a festékanyagok befecskendezésének, mert segítségével sikerült megállapítanom, hogy a testben szabadon fekvő Malpighi-edényrészlet festékanyagok iránt egészen más-képpen viselkedik, mint az a Malpighi-edényrészlet, mely a végbelen hálózatot alkot.

Nagyon különböző festőanyagokkal kísérleteztem, nevezetesen alizarinnal, methylikéssel, nigrosinnal, savas fuchsinnal, azokékkal, orceinnel, methylorange-zsal, trypanvörössel, neutralis vörössel, kongovörössel, isaninkéssel, thioninnal, trypankéssel, lackmus-szal, indigokarminnal, ammoniás karminnal és tussal. Kísérleteim sorából az eredményt tekintve, legérdekesebbnek és vizsgálataim célját tekintve a leghasznavehetőbbnek bizonyultak az indigokarminnal, ammoniás karminnal és alizarinnal végzett kísérletek. A befecskendezésre szánt festőanyagot physiologiai konyhasóoldatban (0.9⁰/₀-os) oldva, kellő sterilizálás és lehűtés után, szintén sterilizált Pravaz-féle fecskendővel a kísérletre kiválasztott bogarak lábába (rendesen a czombba) fecskendeztem és a szúrás helyét collodiummal bevontam.

Kevés mennyiségű indigokarmin-oldat befecskendezése esetén, a Malpighi-edények nagyon gyorsan, a befecskendezés után mintegy 3—4 óra múlva teljesen kiválasztották a testből. A kiválasztás folyamatait szövettanilag nem volt módomban részletesebben tanulmányozni, mert az indigokarmin áthaladt a Malpighi-edényeket kibélelő sejteken,

a nélkül, hogy azokat megfestette volna. GRANDIS V., a ki 1891-ben a csiboron (*Hydrophilus*) tanulmányozta a Malpighi-edények sejtjeinek indigokarmint kiválasztó tehetségét, szintén hasonlót észlelt, min nem is csodálkozhatunk, mert tudjuk, hogy az indigokarmin redukáló anyagok, fermentek, alkali, sőt glykose jelenlétében is fehér indigóvá alakul át és oxidálódás esetén eredeti színét ismét visszacapja.

A Gnaptor-ba befecskendezett indigokarmint a Malpighi-edények oly gyorsan választották ki a vérből, hogy rendszeren 20—24 óra múlva rajtuk kívül nyoma sem volt a szervezetben. Az összes befecskendezett indigokarmin részben a Malpighi-edények belsejébe, részben az utóbélbe és a középbélbe került. A legérdekesebb azonban kétségkívül az volt, hogy az indigokarmint csupán a Gnaptor testüregében szabadon fekvő Malpighi-edényekben lehetett feltalálni, ellenben a végbelen hálózatot alkotó Malpighi-edények belsejében az indigokarmin nyomát sem birtam felfedezni. Ez a kísérlet tehát világosan igazolja, hogy a Malpighi-edényeknek ez a két része nemcsak szövettani szerkezetében, hanem élettani viselkedésében is eltér egymástól.

Hasonló eredményre vezettek az alizarinnal végzett kísérleteim. Az alizarinnal befecskendezett Gnaptor-ok Malpighi-edényei már a befecskendezés után egy félóra múlva sárga színt öltöttek. Mikroszkóppal könnyen megállapíthatam, hogy a sárga szín a vérből kiválasztott és a Malpighi-edények hámsejtjeiben felhalmozott alizarinnak a következménye. Később az alizarin a Malpighi-edények belsejében is megjelent s itt vörös színt öltött, jeléül annak, hogy a Malpighi-edények belsejében alkalikus, ellenben a Malpighi-edények hámsejtjeiben savas a reakció. Azonban a kiválasztó sejtekben vannak olyan vacuolák és szemecskék is, melyek a kiválasztott alizarintól vörös színt öltöttek, valószínűleg ezek a vacuolák és szemecskék tartalmazzák azt az alkalikus vegyhatású anyagot, mely az

elválasztás során a Malpighi-edények üregébe jutva, az odakerülő anyagok alkalikus vegyhatását eredményezi. Érdekes, hogy a Malpighi-edények hálózata a végbelen teljesen közömbösen viselkedett az alizarin iránt; itt az edények belsejében, bár sok bogárral ismételttem meg a most ismertetett kísérletet, alizarint nem tudtam felfedezni.

A Gnaptor-okba fecskendezett ammoniás karmin a Malpighi-edényeknek egyik részlete sem választotta ki, azonban a vér mégis aránylag rövid idő alatt megszabadult tőle, mert a hátedény mellett, az úgynevezett szárnyalakú izmok közelében levő pericardiális sejtek kiválasztották. A befecskendezés után 2—3 óra múlva a pericardiális sejtek halványrózsaszínűre festődnek, később pedig vacuoláik tömve vannak ammoniás karminszemecskékkel. Minthogy a pericardiális sejtek nem mozgékonyak és nincsen kivezető csövük, a bennük felhalmozott, kiválasztott ammoniás karmin csak a phagocyták közreműködésével kerülhet ki a szervezetből. Az ammoniás karminnal túltömött pericardiális sejteket ugyanis a phagocyták szétrombolják és anyagukat részint a külvilágba juttatják, részint a test különböző részeibe rakják le. Az ammoniás karminnak fel nem oldott részeit a pericardiális sejtek nem választják ki, mert a szemecskék alakjában a vérbe került karmin a phagocyták veszik fel. A pericardiális sejtek tehát a phagocyták munkáját lényegesen kiegészítik; a phagocyták ugyanis oldott idegen anyagokat nem tudnak közvetlenül a vérből kiválasztani.

Az ammoniás karminnal túltömött pericardiális sejtek sorsára vonatkozólag a Gnaptor-ral végzett kísérleteim nem igen vetnek világosságot. Azonban több lisztbogár (*Tenebrio*) lárváján észleltem, hogy a testbe kis mennyiségben befecskendezett ammoniás karmin csupán a pericardiális sejtekben halmozódott fel s később a vedlés alkalmával a levett bőrrel részben kiküszöbölődött a szervezetből, részben pedig nagyon apró szemecskék alakjában fel lehetett ismerni az új bőrben; azonkívül több lisztbogárlárva fehérvérsejtjeiben is találtam karminszemecskéket. A csajkó (*Lethrus cephalotes*) pericardiális sejtjeiből készített met-

szeteken (VII. tábla, 22. kép) meglepően világosan láttam olyan pericardiális sejt roncsaival és ammoniás karminnal teletömött phagocytákat, melyek közül több szintén elpusztult, úgy hogy az ammoniás karmin zárványokat a pericardiális sejtek közelében észlelhettem.

A többi festőanyagokkal végzett kísérleteim nem vezettek oly határozott eredményekre, mint a most említettek, ezért ismertetésüket e helyen mellőzöm is. E helyett azonban felhívom a figyelmet a különböző festőanyagokra. Soraikban bizonyára találhatunk majd olyant, melynek segítségével a Malpighi-edények hámjának működésébe részletesebb betekintést nyerhetünk. Különösen friss állapotban azoknak a szemecskéknek tanulmányozása érdemli meg a figyelmet, melyek sudan III-mal nagyon élénken, de a különböző sejtekben különböző árnyalatban festődnek és az osmiumsavat redukálják. METALNIKOV S.-nek ¹⁾ a *Galleria mellonella* hernyóján, továbbá az én, főleg a *Gnaptor*-ra, *Carabus*-ra, *Blaps*-ra és *Necrophorus*-ra vonatkozó, sajnos, még nem elegendő számú vizsgálataim alapján nagyon valószínűnek tartom, hogy ezek a szemecskék (granula) rendkívül fontos szerepet visznek a Malpighi-edények működésének megértésében.

A methyliké-oidat befecskendezésével a *Gnaptor*-on és *Necrophorus*-on végzett kísérleteimet, bár eredményük nem elégített ki, mégis érdemesnek tartom megemlíteni, mert ezek alapján megerősíthetem HOLMGREN-nek ²⁾ a *Dacytes*-en végzett kísérleteinek azt az eredményét, hogy a methylikék mindig legelőször a Malpighi-edények hámjának magját festi meg és csak később kerülnek methylikék szemecskék a kiválasztó sejtek protoplasmájába. A *Gnaptor*-on azt is megállapíthattam, hogy a methylikék mielőtt még a Malpighi-edények hámjának magjait megfestette volna, erősen színezte a Malpighi-edények közvetetlen szemszédságában levő oenocyták magjait.

¹⁾ Archiv Zool. Experimentale, 1908, 4. sorozat, 8. köt., 489—588. lap.

²⁾ Anatomischer Anzeiger, 22. köt., 1902, 238—239. lap.

Itt említem meg a vas kiválasztására vonatkozó kísérleteimet, bár eredményei még ellenőrzésre szorulnak, mert nem volt módomban a kiválasztásnál tekintetbe jövő összes szerveket megvizsgálni. Több Gnaptor lábába vassót (ferrum citricum oxyd.) fecskendeztem és a vasat abs. alkohollal való rögzítés után QUINCKE módszerével¹⁾ a metszeteknek kén-ammoniummal való kezelésével microchemiailag igyekeztem kimutatni. Vizsgálataim szerint a vas jelenlétét az oenocytákban és a Malpighi-edényekben sikerült kimutatnom, a pericardiális sejtekben, továbbá a Malpighi-edényeknek a végbelen alkotott hálózatában a vasnak nyoma sem volt.

A befecskendezett kínai tus-oldatot, helyesebben emulsiót és a baktériumokat a phagocyták és a pericardiális sejtek közelében fekvő különleges sejtek veszik fel. Az ezekhez teljesen hasonló sejteket KOWALEVSKY A. az Egyeneszárnyúaknál (Orthoptera) lépsejteknek (organes spléniques), CUÉNOT pedig phagocytoricus halmazoknak nevezte.

Helyénvalónak tartom megemlíteni, hogy a Gnaptor-ba fecskendezett baktériumok (Bacterium coli szintenyészet) az oenocyták és phagocyták belsejében a befecskendezés után néhány órával kimutathatók, ugyanekkor a Malpighi-edényekben egyetlen baktérium sem látható. Később azonban nyilván az oenocytáknak előbb már említett közvetítése következtében a Malpighi-edények belsejébe is bejutnak. Erre vonatkozólag a következő kísérletet említem, melyet unokaöcsém, DR. GRÚSZ FRIGYES egyetemi bakteriológiai intézeti gyakornok, kérésemre, az egyetemi bakteriológiai intézetben végzett.

A kísérletek célja volt megállapítani azt az időt, mely alatt a Tenebrio-lárva testébe fecskendezett baktériumok a Malpighi-edényekbe bejutnak. Ha a Malpighi-edények sejtjei résztvesznek a baktériumok kiválasztásában, akkor — bár bennük a baktériumok mikroszkóppal nem láthatók — belőlük kitenyészthetők, ha ellenben csak másodlagosan jutnak beléjük, akkor csak hosszabb idő múlva tenyészt-

¹⁾ GLÄVECKE L., Über die Ausscheidung u. Verteilung des Eisens im tierischen Organismus. Inaug.-Diss. Kiel, 1883.

hetők ki belőlük. Utóbbi esetben, minthogy a Malpighi-edényekhez simuló oenocytákban a baktériumok mikroszkóppal kimutathatók, jogos az a föltevés, hogy a baktériumok az oenocyták közvetítésével jutnak a Malpighi-edényekbe. A kísérlet ezt igazolta. Ime a kísérlet adatai:

Oltás *Bacterium coli* szintenyészetével 1911 decz. 15.-én.

A szétfosztott Malpighi-edényekből megkísérelt kitenyésztés eredménye:

I. kísérleti sorozat.			II. kísérleti sorozat.		
Oltás:		Oltás eredménye:	Oltás ideje:		Oltás eredménye:
Deczember	6.	negativ	Decz.	6.	negativ
»	7.	2 csíraszám	»	7.	negativ
»	8.	—	»	8.	—
»	9.	negativ	»	9.	negativ
»	10.	10—12 összefolyó telep	»	10.	negativ
»	11.	tömeges telepek	»	11.	1 telep
»	12.	» »	»	12.	tömeges telepek
»	13.	7 telep	»	13.	» »
»	14.	1 »	»	14.	negativ
»	15.	3 »	»	15.	»
»	16—20.	negativ	»	16—20.	»

A kitenyésztés mindig 25 C^o-on történt.

Ebből a két párvonalas kísérletsorozathból látható, hogy a testbe fecskendezett baktériumok csak a befecskendezés utáni hatodik-nyolczadik napon jutnak a Malpighi-edényekbe, az oenocytákban és a phagocytákban azonban mikroszkóppal már 3—4 órával a befecskendezés után kimutathatók. A 93. lapon közölt szövettani észleletem alapján valószínű, hogy a baktériumok a Malpighi-edényekhez csatlakozó oenocyták és phagocyták közvetítése útján kerülnek a Malpighi-edényekbe, melyekből a sejtek szétroncsolása után kitenyészthetők.

X.

A MALPIGHI-EDÉNYEK VÁLADÉKA.

A Malpighi-edények folyós, szemecskés váladékát különösen a régibb bűvárok (SCHINDLER, PLATEAU, SIRODOT, MARCHAL) oly alaposan vizsgálták meg, hogy a Gnaptor-on és Necrophorus-on végzett vizsgálataim alapján velejében azt kellene lemásolnom, a mit ők más rovarok Malpighi-edényeinek tartalmáról megállapítottak. Éppen ezért ilyen irányú vizsgálataim eredményeinek részletesebb közlését el mellőzőm s csupán néhány fontosabb észleletemet ismer-tetem.

A Gnaptor és a Necrophorus Malpighi-edényeinek váladékában legközönségesebb alkotórész a *húgysav*, mely részint szabadon, részint pedig különböző húgysavas sók alakjában fordul elő. A szabad húgysav és a húgysavas sók azon-kívül nagyon gyakoriak a zsírtestben és a bélben. A közép-bélbe vagy a Malpighi-edények közvetítése, vagy pedig a közép-bél kiválasztó működése útján kerül a húgysav. Szá-mos más rovaron megállapított tények alapján ítélve, való-színű, hogy a közép-bél sejtjei is résztvesznek a húgysav és a húgysavas sók kiválasztásában. FABRE J. H.¹⁾ szerint az átalakulás (metamorphosis) alkalmával a közép-bél vá-választja ki a zsírtestben felhalmozott húgysavat. KRUKEN-BERG ²⁾ a remetebogár (*Osmoderma eremita*) középbelének

¹⁾ Étude sur le rôle du tissu adipeux dans la sécretion urinaire des Insectes (Ann. des sciences nat. (4.), 19. köt., 1863, 351. lap.

²⁾ FÜRTH O., Vergl. chem. Physiologie d. niederen Tiere, Jena, 1903, 297. lap.

két harmadrészában húgysavas pépet talált. MARCHAL¹⁾ a Sphegidák középbélének a Malpighi-edényektől dissepimentummal teljesen elválasztott részében húgysavból álló tömeget talált, mely csak a középbél kiválasztó működése útján kerülhetett ide. Én physiologiai (0.9⁰/o-os) konyhasóoldatban oldott húgysavat (0.5⁰/o) fecskendeztem néhány Gnaptor testébe s 24 óra múlva a murexid-próbával húgysavat találtam a középbélből forróvízzel készített kivonatban. Ebből arra következtetek, hogy a középbél is részt vehet a húgysav kiválasztásában. Megjegyzem, hogy ha a Gnaptor-ba, vagy a Necrophorus-ba nagyobb mennyiségben indigokarmint, eosint, vagy kongovöröst fecskendezünk be, nemcsak a Malpighi-edények sejtjei, hanem a középbél sejtjei is megfestődnek. Hasonlót észlelt különben KRUKENBERG közlése szerint MOSELEY²⁾ is a csiboron (Hydrophilus), melynél a középbél választja ki a testüregbe fecskendezett indigo-karmint. VOINOV³⁾ a Libellula- és Aeschna-lárvákon szintén azt tapasztalta, hogy a testbe fecskendezett eosint és kongo-vöröst a középbél sejtjei választják ki a vérből.

A húgysav után a Gnaptor Malpighi-edényeiben igen gyakori bomlástermék a *sóska-savas mész*, melyet különösen éhező példányokban igen könnyű kimutatni. A Necrophorus-fajok Malpighi-edényeinek váladékában nagyon ritkán sikerült sóska-savas mészkristályokra találnom. Minthogy a sóska-savas mészkristályok aránylag kis számban fordulnak elő a Necrophorus Malpighi-edényeiben, ezért RÖHL W.⁴⁾ módszere segítségével arról iparkodtam meggyőződni, vajjon a mész más alakban nem fordul-e elő a sejtekben. E célból az abszolút alkoholban rögzített Malpighi-edényekből készített metszeteket vizes sóska-savas oldatba tettem, miáltal a mészből sóska-savas mész keletkezett; ezután 1⁰/o-os vizes haematoxylinos oldattal megfestettem a metszeteket és ammoniás

¹⁾ Marchal P., L'acide urique et la fonction rénale chez les Invertébrés (Mém. Soc. Zool. de France, 3. köt., 55—76. lap).

²⁾ Fürth O., id. mű, 297. lap.

³⁾ Bull. Soc. Sc. Bucarest, 8. köt., 472—493. lap.

⁴⁾ RÖHL W., Über Kalckablagerung u. Ausscheidung in der Niere (Ziegler's Beitr., Suppl. 7., 1905, 456. lap).

vízben differenciáltam. Kellő differenciálás után csak a mésztartalmú részek maradtak színesek, melyek safraninnal való utánfestés esetén ibolyaszínt öltöttek. Ezzel a módszerrel arra a meglepő tapasztalatra jutottam, hogy a *Necrophorus Malpighi*-edényeinek némely, egymástól meglehetősen távolságban fekvő sejtjei tömve vannak mésztartalmú szemecskékkel. Nem lehetetlen, hogy ezeknek a sejteknek a mész raktározásában nagyon fontos szerepük van. Itt emlékeztetek arra, hogy a csigák középbéli mirigyében, úgynevezett májában, különleges »mészsejtek« vannak, melyek tele vannak phosphorsavas mészszemecskékkel.¹⁾

Húgyanyagot (ureum) és *guanint*, bár számos bogár *Malpighi*-edényeit különös gonddal vizsgáltam meg erre való tekintetből, egyetlenegyben sem sikerült felfedeznem.

¹⁾ BARFURTH, Über den Bau u. Thätigkeit der Gastropodenleber (Archiv f. mikr. Anat., 22. köt., 1883, 473—520. lap). — FRENZEL, Über die sog. Kalkzellen d. Gastropodenleber (Biologisches Centralblatt, 3. köt., 1884, 323. lap). — BARFUTH, Der phosphorsaure Kalk, der Gastropodenleber (Ugyanott, 3. köt., 1884, 435. lap).

XI.

VIZSGÁLATAIM FŐBB EREDMÉNYEINEK RÖVID ÖSSZEFOGLALÁSA.

1. A Gnaptor spinimanus Malpighi-edényeinek száma hat, a Necrophorus humatoré pedig négy.

2. A Gnaptor Malpighi-edényei a végbél falán a nélkül, hogy a végbélbe nyílnának, hálózatot alkotnak. Ebből a hálózatból, mely úgy keletkezik, hogy a végbél falán két-két edény hosszabb hullámos lefutás után egyesül, egyetlen vastag Malpighi-edénytörzs egyénül ki. Utóbbi közös törzs azonban nem a Malpighi-edények egybeolvadásából, csupán azoknak szoros egymáshoz való simulásából keletkezik. Ez a közös törzs azután két ágra ágazik, melyeknek mindegyikét három-három edény alkotja. Végül ezek is szétválnak egymástól és a testüreget keresztül-kasul járva, a közép- és utóbél határán a bélcsőbe ömlenek (I. tábla, 1. kép).

3. A Necrophorus Malpighi-edényei vakon végződnek (I. tábla, 2. kép).

4. A Malpighi-edények a vizsgált bogarak mindegyikében a középbélbe és nem az utóbélbe ömlenek. A Gnaptor-nál a Malpighi-edények beömlési helye mögött néhány hámsejt következik, mely minden tulajdonságában megegyezik a középbéli hámsejtekkel.

5. A Malpighi-edények benyílása mögött (II. tábla, 6. kép) található a középbélet az utóbéltől elválasztó nagy zárókészülék (valvula pylorica és pylorus).

6. A közép- és utóbél izomrostjainak fejlettsége és

elrendeződése, továbbá a Malpighi-edények szövettani szerkezete és az imént említett zárókészülék működése azt a föltevést teszi jogosulttá, hogy a Malpighi-edények tartalma bejuthat a középbélbe is. Ezt bizonyítja a Gnaptor középbelének az a sajátága, hogy elülső része savas, hátulsó része pedig a Malpighi-edények tartalmához hasonlóan alkalikus vegyhatású. Utóbbi résznek alkalikus vegyhatása kétségkívül csak a Malpighi-edények tartalmától eredhet, mert az olyan Gnaptor-ok középbelének hátulsó része, melyeknek Malpighi-edényeit átvágtam, tehát melyeknél tartalmuk az operáció következtében nem juthatott a bélbe, mindig savas vegyhatású volt.

7. A Malpighi-edények átvágása hatással van a középbél hámsejtjeinek működésére, a mennyiben az operáció után a szokott módon, bőségesen táplálkozó Gnaptor-ok középbelében szünetel a hámsejtek rendes elválasztó működése (III. tábla, 9., 10. és 11. kép) s megszűnik a hámpótló középbéli függelékek rendes tevékenysége is. Utóbbiakon a regenerálás folyamata helyett látszólagosan az elválasztó működés kerül túlsúlyra, még pedig olyanformán, hogy a rendes körülmények között a kimerült és tönkrement középbéli hámsejtek pótlására hivatott csirasejtek szemecskékre esnek szét (III. tábla, 11. kép, *cs. tel.*).

8. A Malpighi-edényekből készített vizes kivonat nem gátolja, sőt fokozza a középbél vizes kivonatában lévő emésztő enzimek hatását.

9. A Malpighi-edényekből készített vizes kivonat hatástalan a fehérjékre, nevezetesen a vérszérum fehérjéire és a caseinre, ellenben hatásos a keményítőre, glikogénre, nádczukorra, a glikosidákra (amygdalinra, phloridzinra, arbutinra) és a zsírokra. A szénhidrátok sorában hatástalan az inulinra és a tejczukorra. Élettani kísérleteim szerint a Gnaptor Malpighi-edényeiben van diastase (amylase), invertin, glikosidakat bontó enzim, lipase, peroxydase, tyrosinase, katalase, továbbá aldehydase, mely a salicylaldehydet salicylsavvá oxidálja; ellenben hiányzanak a fehérjeoldó enzimek, továbbá az inulase és a lactase. Legerélyesebb hatásúak a Malpighi-edényekben a szénhidrátokra ható enzimek.

10. A Gnaptor-Malpighi-edényeinek vizes kivonatában nincsen olyan enzim, mely a polysaccharidokból keletkező szőlőcukorból aethylalkoholt tudna létesíteni.

11. Az utóbél, vagyis a bélnek a Malpighi-edények benyílása után következő része, nem csupán a hasznavehetetlen anyagok összegyűjtésére és eltávolítására való. Felső negyede nagyon élénk felszívó működést fejt ki.

12. A Gnaptor utóbelének elülső részében fölszívódott táplálék a hámsejtek és az izomréteg között hátrafelé haladva, végül eljut a végbél falába, a hol a hám, az alaphártya és a Malpighi-edények hálózata között halmozódik fel (II. tábla, 7. kép). Az itt összegyűlt táplálóanyagok valószínűleg a Malpighi-edényeknek a végbél falán alkotott hálózata közreműködésével jutnak a testüregbe.

13. A középbél tartalmát hengeres cső módjára körülburkoló peritrophicus hártjának az a feladata, hogy a középbél peristalticus mozgása segítségével a beléje zárt anyagot lassan a bél hátsó része felé juttassa, eközben pedig lehetővé tegye, hogy közte és a középbél hámrétege közt levő emésztőnedvek ugyancsak a peristalticus mozgás közreműködésével a peritrophicus hártja és a hám közti téren egyenletesen, mindenhová eljussanak és keverődjenek. A középbél peristalticus és keverő mozgása tehát a peritrophicus hártjába zárt bél-tartalmat lassan hátrafelé tolja, a peritrophicus hártja és a hám közti téren levő emésztőnedveket pedig összekeveri és a középbél minden pontjához eljuttatja. A középbél működésének ez a sajátsága teszi lehetővé azt is, hogy a peritrophicus hártja belsejében és a peritrophicus hártja meg a középbéli hámréteg közt elterülő téren olyan osmoticus nyomásbeli különbségek létesülhetnek, melyeknek eredményeképpen a peritrophicus hártja és a középbéli hámréteg közti térbe juthatnak egyfelől a peritrophicus hártján belül megemésztett és felszívódásra alkalmassá lett anyagok, másfelől ugyancsak a peritrophicus hártján keresztül behatolhatnak a középbéli hámsejtek által termelt emésztőnedvek. A középbélnek most ismertetett mozgató működése által létesített keverés következtében azonban a Malpighi-edények tartal-

mának legalább részben föltétlenül be kell jutnia a középbél alsó részébe.

14. A Gnaptor és más bogarak középbélén észlelhető peristalticus mozgás nem folytatódik az utóbél peristalticus hullámaiban, vagyis az utóbél peristalticus mozgása nem a középbél leghátulsóbb pontjából, a zárókészülekből (valvula pylorica) indul ki, hanem jóval hátrább. Ennek alapján nagyon valószínű, hogy a Malpighi-edények tartalma szükségképpen minden olyan rovar középbélének hátulsó részébe bejut, melynek Malpighi-edényei a közébbelet az utóbéltől elválasztó zárókészülék előtt ömlenek a bélcsőbe. Az a körülmény, hogy az utóbél peristalticus mozgása bizonyos mértékben független a középbél peristalticus mozgásától, lehetővé teszi azt is, hogy abban az időben, a mikor a Malpighi-edények sejtjei időszakosan nagyobb arányokban szabadulnak meg a bennük felhalmozott színes váladékszemecektől, ez a váladék közvetlenül csak az utóbélbe jut.

15. A Gnaptor Malpighi-edényein anatómiai és szövettani szerkezetük, továbbá a testüregbe befecskendezett festőanyagok iránt való viselkedésük alapján két rész különböztethető meg. Az egyik részt a testüregben szabadon elhelyezkedő csöves rész, a másikat a végbél falán alkotott hálózat alkotja. Szövettanilag e két rész, a részleteket nem tekintve, főleg abban különbözik, hogy a végbelen hálózatot alkotó Malpighi-edények hámsejtjein a pálczikás szegély állandóan megvan és rajtuk az elválasztással összefüggő változások nem észlelhetők, azonkívül bennük színes és színtelen váladékszemecek, továbbá bomlástermékeket tartalmazó vacuolák nincsenek (II. tábla, 8. kép), ellenben a testüregben szabadon lefutó csöves rész hámsejtjein a pálczikás szegély csak az egészen fiatal »nyugvó« sejtteken található meg, később eltűnik és akkor a sejtteken az elválasztás folyamatának különböző szakai (VI. tábla, 17—20. kép) láthatók, melyek vizsgálataim szerint a következőkben foglalhatók össze : Nyugalomban a hámsejtek keresztmetszetben laposak, a lumen felé eső részüket pálczikás szegély borítja és sejt-magjuk a sejt közepén foglal helyet ; a sejtmag enchylemája jódzöld-fuchsinnal világoszöldre, a benne egyenletesen el-

osztott szemecskés chromatin és magocskák sötétzöldre festődnek; sejtplasmájukban és sejtmagjukban vacuolák és váladékszemecskék nincsenek vagy nagyon gyér számban vannak jelen. Az elválasztás folyamatának megindulásakor a sejtmag tetemesen megnagyobbodik, gömb-, vagy tojásdad-alakot ölt s benne egyenletesen elosztva, kis vacuolák és színtelen szemecskék jelennek meg; ugyanekkor a sejtek erősen megnyúlnak, a pálczikás szegély és a sejtmag vékony burka eltűnik. Ezután csakhamar a sejtek plasmájában is megjelennek a színtelen szemecskék és vacuolák, melyek itt jelentékenyen megnagyobbodnak. Az elválasztás következő szakán a sejtek a Malpighi-edények ürege felé még inkább megnyúlnak és váladékkal telt vacuoláik a lumen felé tekintő részen gyűlnek össze, a sejtmag alakja szabálytalanná válik s a sejt alapja felé húzódik, egyúttal a benne levő vacuolák és színtelen szemecskék száma megcsappan és chromatin-állománya jódzöld-fuchsinnal ibolyaszínűre, magocskája élénk vöröstre festődik. Az elválasztó működés tetőfokán a sejteknek lumen felé eső része, melyben a vacuolák száma és nagysága még inkább nagyobbodik, leválik a sejtekről és a Malpighi-edények belsejében szétfolyik. Ugyanakkor a sejtek alapján megjelennek a sárgásbarna váladékszemecskék, melyek a Malpighi-edényekhez helyenként hozzásimuló oenocytákból származnak. A most említett színes váladékszemecskék az ismertetett elválasztási folyamattól függetlenül, a sejtek végleges elpusztulása alkalmával időszakosan jutnak a Malpighi-edények belsejébe.

16. A Malpighi-edényekben a működés közben elpusztult hámsejteket a működő sejtek közé helyenként közbeiktatott kis sejtekből direct oszlás útján fejlődő új sejtek pótolják.

17. A Malpighi-edények hámsejtjeiben látható sárgásbarna szemecskék az oenocytákban (V. tábla, 15. és 16. kép, *oe*) keletkeznek s csak másodlagosan az oenocyták közvetítésével kerülnek beléjük.

18. A Gnaptor testüregében szabadon fekvő Malpighi-edényrészlet a testbe fecskendezett festékanyagok iránt másképpen viselkedik, mint az a részlet, mely a végbelen hálózatot alkot s ez újból megerősíti azt a már szövettani

alapon is teljesen jogosult föltevésemet, hogy e két részlet sejtjeinek működése és élettani feladata eltérő. A testbe fecskendezett indigokarmint és alizarint csupán a testüregben szabadonfekvő Malpighi-edényrészlet választja ki, ellenben a végbelen hálózatot alkotó részlet teljesen közömbösen viselkedik e festőanyagok iránt. Az oldott ammoniás karmint a pericardiális sejtek, a testbe kerülő fel nem oldott festékszemeccskéket pedig a phagocyták választják ki. Az ammoniás karminnal túltömött pericardiális sejteket végül a phagocyták rombolják szét és anyagukat részben a külvilágba juttatják, részben pedig a test különböző részeibe rakják le. A testbe fecskendezett vassókat az oenocyták és a Malpighi-edények, a kínai tus-oldat szemecskéit és a baktériumokat pedig részben a phagocyták, részben a pericardiális sejtek közelében fekvő különleges sejtek, az úgynevezett lépsejtek választják ki. A Gnaptor testébe fecskendezett baktériumok csupán a Malpighi-edényekhez csatlakozó oenocyták (V. tábla, 15. és 16. kép, *oe*) közvetítése útján kerülnek a Malpighi-edényekbe, melyeknek szétfoszlattott részeiből a befecskendezés utáni 6—8. napon tömegesen kitenyészthetők.

19. A húgysav kiválasztásában a Malpighi-edényeken kívül résztvesznek : a zsírtest, az oenocyták és a középbél.

20. A *Necrophorus humator* Malpighi-edényeinek némely sejtjeiben nagy számban mésztartalmú szemecskék vannak. Valószínű, hogy ezeknek az egymástól meglehetősen távolságban fekvő sejteknek a mész raktározásában van nagyon fontos szerepük.

21. Húgyanyagot (ureum) és guanint a vizsgált bogarak Malpighi-edényeiben nem tudtam kimutatni, a sóskasavas mész azonban különösen éhező példányok Malpighi-edényeiben nagyon gyakori.

*

Vizsgálataim eredményeinek adataiból látható, hogy a Malpighi-edényeknek a bogarak anyagcseréjében rendkívül sokoldalú szerepe lehet. Működésüknek és feladatuknak megállapítása korántsem juthatott végleges megoldáshoz abban az immár közkeletű tételben, melyet SCHINDLER nyo-

mán ma is akként szokás röviden kifejezni: A Malpighi-edények specificus húgykiválasztó szervek. Én vizsgálataim alapján a Malpighi-edényeket élettani szempontból a többi gerincztelen állatok középbéli mirigyével egyértékű szerveknek tartom, melyeknek működése csak annyiban tér el a középbéli mirigyek rendes működésétől, hogy a rovarok rendkívül élénk anyagcseréjéhez alkalmazkodva, bennük a kiválasztó működés a többi működések (felszívás, emésztőnedvek elválasztása, mérgek visszatartása, különböző anyagok raktározása stb.) rovására erősen homloktérbe tolult.

XII.

A TÁBLÁK MAGYARÁZATA.

Általános rövidítések.

bt = béltartalom.

cs. tel. = hámpótló csiratelep.

ep = hám.

f = fej (caput).

fölsz. a. = fölszívott táplálék.

gy. iz. = gyűrűs izmok.

h. iz. = hosszantfutó izmok.

int. = chitinintima.

k = középbél.

M = Malpighi-edény.

Malp. km. = Malpighi-edény keresztmetszet.

pálc. sz. = pálczikás szegély.

ph = peritrophicus hártya.

r = rágógyomor (proventriculus).

ub = utóbél.

usz = utolsó potrohszelvény.

va = az utóbél második főrésze (vastagbél).

vak = vakbél.

vb = végbél.

vé = az utóbél első fő része (vékonybél).

vé₁ = a vékonybél előlső része.

vé₂ = a vékonybél hátulsó része.

vny = végbélnyílás.

vp = a közép- és utóbél közti zárókészülék (valvula pylorica).

I. Tábla.

1. kép. A *Gnaptor spinimanus* bélcsöve és Malpighi-edényei természetes nagyságban.

2. kép. A *Necrophorus humator* bélcsöve és Malpighi-edényei természetes nagyságban.

3. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edény-hálózata a hosszában felhasított végbél falán, kívülről tekintve. 200-szoros nagyítás.

4. A *Necrophorus germanicus* bélcsöve és Malpighi-edényei természetes helyzetben és természetes nagyságban.

II. Tábla.

5. kép. Keresztmetszet a *Carabus Scheidleri* utóbélének elülső részéből. Nagyítás: Reichert, Ob. 4, Oc. 2.

6. kép. A *Gnaptor spinimanus* közép- és utóbélének átmeneti helyéből készített hosszmetset a Malpighi-edények (*M*) benyílásával. Nagyítás: Zeiss, Ob. apochromat 16.0 mm., Oc. 2. E képen világosan látható, hogy a Malpighi-edények beömlése alatt foglal helyet a középbelet az utóbéltől elválasztó zárókészülék (valvula pylorica).

7. kép. A *Gnaptor spinimanus* végbélének keresztmetszete a Malpighi-edények keresztmetszetével (*Malp. km.*) és a hám (*ep*) alatt felhalmozott felszívott táplálékkal (*fölsz. a.*). Nagyítás: Zeiss, Ob. apochromat 8.0 mm., Oc. 2. E metszet olyan *Gnaptor* végbéléből készült, melyet bőséges táplálkozás után 20 órával később ölttem meg.

8. kép. A *Gnaptor spinimanus* végbélének hosszmetsete a Malpighi-edények keresztmetszetével (*Malp. km.*). Nagyítás: Zeiss, Ob. apochromat 8.0 mm., Oc. 2. E metszet sokáig kopláló példányból való, ezért itt a hám alatt nem látható a 7. képen feltüntetett fölszívott tápláléktömeg.

III. Tábla.

9. kép. A *Gnaptor spinimanus* középbélének keresztmetszete. Nagyítás: Zeiss, Ob. apochromat 8.0 mm., Oc. 2. E metszet ép Malpighi-edényű, bőségesen táplálkozó példányból való.

10. kép. A *Gnaptor spinimanus* középbélének hosszmetsete, 10 nappal a Malpighi-edények átvágása után. Nagyítás: Zeiss, Ob. apochrom. 8 mm., Oc. 2.

11. kép. A *Gnaptor spinimanus* középbélének keresztmetszete, 12 nappal a Malpighi-edények átvágása után. Nagyítás: Zeiss, Ob. apochrom. 8 mm., Oc. 2.

IV. Tábla.

12. kép. A *Necrophorus humator* utóbélének elülső részéből készített keresztmetszet. A fölszívott táplálék (*fölsz. a.*) a hám (*ep*) és az izomréteg (*gy. iz.*) között foglal helyet. Nagyítás: Zeiss, Ob. apochrom. 16 mm., Oc. 2.

13. kép. A *Necrophorus humator* utóbelének elülső részéből készített metszet. A felszívott táplálék (*főlsz. a.*) a chitinintima (*int*) és a hám (*ep*) között halmozódott fel. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 16 mm., Oc. 2.

14. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edényének részlete hosszmetsetben, abból az időből, a mikor a színes váladékszemecskékkel túltömött sejtekből a bomlástermékek a lumenbe kerülnek. E folyamat a sejtek legnagyobb részének pusztulásával jár karöltve. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 8 mm., Oc. 4.

V. Tábla.

15. és 16. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edényének keresztmetsete. Mindkét képen világosan láthatók a kiválasztó sejtekhez szorosan hozzá illeszkedő oenocyták (*oe*), melyeknek plasmája tele van színes váladékszemecskékkel. Nagyítás : Zeiss, Ob. homog. immers. apochrom. 2·0 mm., apert. 1·40, Oc. 2.

VI. Tábla.

17. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edényének részlete. Keresztmetset. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 4·0 mm., Oc. 2.

18. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edényének részlete. Hosszmetset. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 16·0 mm., Oc. 2.

19. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edényének részlete. Keresztmetset. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 4·0 mm., Oc. 2.

20. kép. A *Gnaptor spinimanus* Malpighi-edényének részlete. Hosszmetset. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 16·0 mm., Oc. 2.

VII. Tábla.

21. kép. A csajkó (*Lethrus cephalotes*) Malpighi-edényeinek hossz- és keresztmetsete, összefüggésben a többi szövetekkel és szervekkel. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 8·0 mm., Oc. 2.

22. kép. A csajkó (*Lethrus cephalotes*) oenocytái és szétesett pericardiális sejtjei. Nagyítás : Zeiss, Ob. apochrom. 8·0 mm., Oc. 2.

*

A 1., 2. és 4. kép kivételével, melyeket friss készítmények után rajzoltam, az összes többi képek microphotographiai fölvételek után készültek. A sikerült microphotographiákat DR. ABONYI SÁNDOR egyetemi tanársegédnek, több microphotographia árajzolását DR. SZABÓ JÓZSEF múzeumi gyakornoknak köszönhetem. Fáradozásukért fogadják e helyen is hálámat.

XIII.

IRODALOM.¹⁾

A) Összefoglaló művek a rovarok Malpighi-edényeinek és bélcsövének anatómiájáról és élettanáról.

1. BERLESE A., 1909, Gli Insetti, I. kötet, Milano, 1909. — Tubo digerente: 721—753. lap; Organi e tessuti di escrezione plastica: 776—794. lap; Vasa Malpighiani: 779—787. lap.

2. BIEDERMANN W., 1911, Die Ernährung der Insekten (Hexapoda). Handbuch der vergleichenden Physiologie (Herausgegeben v. Hans Winterstein), II. köt., Jena, 1911, 726—902. lap.

3. BURMEISTER H., 1832, Handbuch der Entomologie, I. köt. — Vom Darmkanal u. seinen Anhängen: 127—161. lap; Funktion des Darmkanales, Verdauung: 375—411. lap.

4. FREY H. ÉS LEUCKART R., 1847, Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere. Leipzig, 1847. — Verdauungsorgane d. Insekten: 59—79. lap; Verdauungsorgane der Coleopteren: 63—65. lap; Harnwerkzeuge d. Insekten: 99—102. ap.

5. FÜRTH O. 1903, Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere, Jena, 1903. — Die Ernährung der Arthropoden, 238—253. lap; Exkrete der Arthropoden, 293—303. lap.

6. GERSTAECKER A., 1866—1879, Arthropoden. Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thierreichs, 5. köt., 87—105. lap.

7. GRABER V., 1877, Die Insekten. München. — Verdauungsapparat: I. köt., 308—328. lap.

8. HENNEGUY F. L., 1904, Les Insectes. Paris. — Appareil digestif: 67—82. lap; Corps grasieux: 87—96. lap.

9. KOLBE H. J., 1893, Einführung in die Kenntniss der Insekten.

¹⁾ Minthogy a Malpighi-edények tanulmányozásánál nagyon különböző tárgyú irodalomra kellett tekintettel lennem, áttekinthetőség céljából célszerűnek láttam a felhasznált irodalmat csoportosítani.

Berlin. — Der Ernährungsapparat: 573—594. Die Exkretionsorgane: 594—60. lap.

10. LACORDAIRE M. TH., 1838, Introduction à l'entomologie. Paris. — Du canal digestif: II. rész 5—65. lap; Vaisseaux biliaires: 45—65. lap.

11. MILNE EDWARDS H., 1859, Leçons sur la Physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Paris, 5. köt., 581—638. lap.

12. NEWPORT G. ESQ., 1839, Insecta; in Todd: The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, XVIII. rész, 965—975. lap.

13. PACKARD A. S., 1898, A Text-book of Entomologie, New York, 1898. — The digestive Canal and its Appendages: 297—330. lap; The excretory system (urinary or Malpighian tubes): 348—352. lap.

14. RAMDOHR C. A., 1811, Abhandlungen über die Verdauungswerkzeuge der Insekten. Halle, 1811, VIII + 221 lap, 30 tábla.

15. SCHRÖDER CHR., 1912, Handbuch der Entomologie, Jena, 1912.

B) A bogarak bélcsövééről és Malpighi-edényeiről szóló irodalom.

1. ADLERZ, G., 1890, Om digestionssekretionen jemte några dermed sammanhängande fenomen hos insekter och myriopoder. — Bih. Svenska Vet.-Akad. Handl., 16. köt., Afd. 4., Nr. 2., 56. lap, 5 tábla.

2. AUDOIN, J. V., 1836, Calculs trouvés dans les canaux biliaires d'un Cerf volant. — Annal. d. Scienc. Natur., 2. Sér., T. 5., 129—137. ap.

3. BEAUREGARD H., 1884, Structure de l'appareil digestif des Insectes de la tribu des Vésicants. — Compt. Rend. Acad. Paris, 99. köt., 1083—1086. lap.

4. BEAUREGARD, H., 1885—1887, Recherches sur les Insectes Vésicants. — Journ. Anat. Phys. Paris, 1885, 21. Année, 483—524. lap; 1886, 22. Année, 85—108, 242—284, 524—548. lap; 23. Année, 1887, 124—163. lap.

5. BEAUREGARD H., 1887, Sur la digestion chez les Vésicants. — Compt. rend. de l'Assoc. franc. pour l'avancement des Sc. 16. session, Toulouse, Part 2, pag. 662.

6. BEAUREGARD H., 1890, Réponse à une note de W. M. Fried. Brauer relative à mes »insectes vésicants«. — Compt. Rend. Soc. Biol. Paris, (9), Tome 2, p. 608—612.

7. BEAUREGARD H., 1890, Les Insectes Vésicants, Paris, 1890. — Cap. III. Appareil digestif, pag. 63—69. — Phénomènes digestifs pag. 161—170, Taf. 6—9.

8. BIEDERMANN W., 1898, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung I. Die Verdauung der Larve von *Tenebrio molitor*. — Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, 62. köt., 105—162. lap, egy táblával.

9. BIZZOZERO, G., 1889, Sulla derivazione dell'epitelio dell'intestino dall'epitelio delle sue ghiandole tubulari. — Atti Accad. Torino, Vol. 24, 702. lap.

10. BIZZOZERO, G., 1893, Über d. schlauchförmigen Drüsen d. Magendarmcanals u. d. Beziehungen ihres Epithels zu d. Oberflächenepithel d. Schleimhaut. — Archiv f. mikr. Anat, 42. köt., 102—128. lap. — Olaszul megjelent az Atti Accad. Torino-ban 27. köt., 988—1004. lap, 28. köt., 103—117. lap.

11. BORDAS L., 1901, Etude sur l'appareil digestif du *Brachytripes achatinus*, Stoll. — C. R. Acad. Sc. Paris, 131. köt., 66—69. lap.

12. BORDAS, L., 1901, Morph. de l'appareil digestif des *Dytiscides*. — C. R. Acad. Paris, 132. köt., 1580—1582. lap.

13. BORDAS, L., 1902, Variations morphologiques et anatomiques présentées par le gésier chez quelques Coléoptères. — C. R. Acad. Sc. Paris, 135. köt., 982—984. lap.

14. BORDAS, L., 1903, Anatomie et structure histologique de l'intestin terminal de quelques *Silphidae* (*Silpha atrata* L. et *Silpha thoracica* L. — C. R. Soc. Biol. Paris, 55. köt., 1007—1009. lap.

15. BORDAS, L., 1903, L'appareil digestif des *Silphidae*. — C. R. Acad. Sc. Paris, 137. köt., 344—346. lap.

16. BORDAS, L., 1904, Anat. et structure histologique du tube digestif de l'*Hydrophilus piceus* L. et de l'*Hydrous caraboides* L. — C. R. Soc. Biol. Paris, 56. köt., 1099—1100. lap.

17. BORDAS, L., 1907, Morphologie de l'appareil digestif de l'*Anthonome* du pommier (larve et adulte). — Biol. Soc. Z. France, 31. köt., 121—123. lap.

18. БРАНДТЪ. Э. К., 1878., *Анатомія Жука, Telephorus fuscus*. Труды Русскаго Энтомологическаго Общества, Т. X., 1877., pag. 1—14.

19. BRANDT J. F. és RATZEBURG J. T. C., 1833, *Medizinische Zoologie*, II. köt. — Meloë, *Lytta vesicatoria* és *Coccinella 7 punctata* bélsővének anatómiája.

20. BRAUER F., 1890, Zur Abwehr! Bemerkungen zu Beauregard's »Insectes Vésicants«. — Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 40. köt., 276—278. lap.

21. BUGNION E., 1911, Les pièces buccales et le pharynx d'un *Staphylin* de Ceylan (*Creophilus villipennis* Kraatz). — Revue Suisse Z., Tome 19, pag. 135—152, T. 2, 3.

22. BURMEISTER H., 1836, Anatomical observations upon the Larva of *Calosoma sycophanta*. — Trans. Entom. Soc. London, 1. köt., 235—241. lap.

23. CZERSKI, ST., 1904, Die Entwicklung der Mitteldarmanlage bei *Meloe violaceus* Marsch. — Poln. Arch. Biol. Med. Wiss., Lemberg, 2. köt., 259—284. lap, 8. tábla.

24. DEEGENER P., 1900, Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophilus*. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 68. köt., 113—168. lap, 8—10. tábla.

25. DEEGENER P., 1901, Berichtigung der Angaben Escherich's über meine Arbeit: Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophilus*. — Biol. Centralbl., 21. köt., 621—624. lap.

26. DEEGENER P., 1902, Anmerkung zum Bau der Regenerationscrypten des Mitteldarmes von *Hydrophilus*. — Zool. Anz., 25. köt., 273—275. lap.

27. DEEGENER P., 1910, Beiträge z. Kenntnis d. Darmsekretion. 2. Th. *Macrodytes (Dystiscus) circumcinctus* Abr. — Archiv f. Naturg., 76. évf., II. köt., 2. füzet, 27—43. lap.

28. DUBOIS R., 1886, Contribution à l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants. — Bull. Soc. Zool. France, 11. évf., 1—275. lap. Appareil digestif 67—69. lap.

29. DUFOUR, L., 1824—1825, Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres insectes Coléoptères. — Annal. Scienc. Nat., T. 2., 1824, 462—482. lap.; T. 3, 1824, 215—242. és 476—491. lap; T. 4, 1824, 103—125. lap; T. 4, 1825, 265—283. lap.

30. DUFOUR, L., 1828, Description et Figure de l'appareil digestif de l'*Anobium striatum*. — Ann. Scienc. Natur., T. 14, 1828, 219—222. lap.

31. DUFOUR, L., 1834, Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur quelques insectes coléoptères, compris dans les familles des Dermestins, des Byrrhiens, des Acanthopodes et des Leptodactyles. — Ann. d. Scienc. Nat., 2. Sér., T. 1, 1834, 56—84. lap.

32. DUFOUR, L., 1840, Histoire des metamorphoses et de l'anatomie des Mordelles. — Ann. d. Scienc. Nat., Vol. 14, 230—235. lap.

33. DUFOUR, L., 1842, Histoire comparative des metamorphoses et de l'anatomie des *Cetonia aurata* et *Dorcus parallelipedus*. — Ann. d. Scienc. Nat., II. Sér., 1842, 174—178. lap.

34. DUFOUR, L., 1843, Mémoire sur les vaisseaux biliaires ou le foie des insectes. — Annal. Scienc. Nat., 1843, Ser. 2, T. 19, 145—182. lap. — Froriep's Notizen, 1843, 26. köt., 257—261. lap.

35. DUFOUR, L., 1857, Fragments anatomiques sur quelques Elaterides. — Ann. d. Sciences Nat., 4. Sér., Tom. VIII.

36. DUFOUR, L., 1858, Fragments anatomiques sur quelques Coléptères. — Ann. d. Sciences Nat., 4. Sér., Tom. IX.

37. ESCHERICH, K., 1900, Über das regelmässige Vorkommen von Sprosspilzen in dem Darmepithel eines Käfers. — Biol. Centralblatt, 20. köt., 350—358. lap.

38. FERNALD H. T., 1890, Rectal Glands in Coleoptera. — *American Naturalist*, 24. köt., 100—101. lap, 4—5. tábl.
39. FRENZEL J., 1882, Über Bau und Thätigkeit des Verdauungskanal der Larve des *Tenebrio molitor*, mit Berücksichtigung anderer Arthropoden. — *Berlin. Ent. Zeitschr.*, 26. köt., 267—316. lap, egy táblával. Megjelent mint doktori értekezés is külön (Göttingen, 1882).
40. FRENZEL J., 1883, Der Verdauungstractus der Larve von *Tenebrio molitor*. — *Zoolog. Anzeiger*, 5. évf., 215—217. lap.
41. FRIEDERICH, K., 1906, Untersuchungen über die Entstehung der Keimblätter und Bildung des Mitteldarmes bei Käfern. — *Nova Acta Acad. Leop. Car.*, 85. köt., 261—382. lap, 26. szövegábra, 25—31. tábla melléklettel.
42. GAEDE H. M., 1815, Beiträge zur Anatomie der Insecten. Mit einem Vorworte v. Prof. C. H. Pfaff. Altona 1815.
43. GAEDE H. M., 1817, Beiträge zur Anatomie der Insecten. — *Wiedemann's Zoologisches Magazin*, I. köt., Kiel, 1817, 87—110. lap.
44. GAEDE, H. M., 1819, Observations physiologiques sur les vaisseaux biliaires des Insectes. — *Ann. génér. d. Sc. phys.*, Tom. 2, 1819, 186—196. lap. — *Isis*, 1820, Lit. Anz., 652—659. lap. — *Extr. Féruss. Bull. Sc. Nat.*, Tom. 1, 1824, 289—290. lap.
45. GAEDE, H. M. 1821, Physiologische Bemerkungen ü. d. sogenannten Gallgefäße d. Insecten. — *Nova Acta Acad. Leop. Carol. Nat. Cur.*, 10. köt., 1821, 325—342. lap.
46. GAEDE, H. M., 1823, Beiträge zur Anatomie der Insecten. — *Nova Acta Acad. Leop. Carol. Nat. Cur.*, 11. köt., 1823, 323—340. lap.
47. GORKA S., 1901, Adatok a Coleopterák táplálócsövének morphologiai és physiologiai ismeretéhez. Két tábla rajzzal. Budapest, 1901. Németül részben megjelent az *Allg. Zeitschr. f. Entom.* 1901, 339—341. lap. *V. ö. Zool. Zentralbl.*, 19. köt., 92. lap.
48. GRANDIS V., 1890, Sulle modificazioni degli epiteli ghiandolari durante la secrezione. — *Atti Accad. Torino*, 25. köt., 765—789. lap, 8. tábl.; *Arch. Ital. Biol.*, 14. köt., 160—182. lap, 1 táblával.
48. a. GRANDIS-MUZIO, 1898, Sur les processus d'assimilation du *Callidium sanguineum*. — *Arch. Ital. Biol.*, 29. köt., 315—324. lap.
49. HAAN W., 1835, Mémoires sur les métamorphoses des Coléoptères. (I. Mém. : Les Lamellicornes.) — *Annales nouvelles du Muséum d'Histoire naturelle Paris*, 4. köt., 153—161. lap, 10—19. tábla.
50. HEIDER K., 1889, Die Embryonalentwicklung von *Hydrophilus piceus* L., I. rész, Jena, 1889, 1—98. lap, 9 szövegábra és 13 tábla melléklettel.
51. HIRSCHLER J., 1907, Über leberartige Mitteldarmdrüse und ihre embryonale Entwicklung bei *Donacia*. — *Zool. Anzeiger*, 31. köt., 766—770. lap, 4 szövegábrával.

52. HIRSCHLER J., 1909, Die Embryonalentwicklung von *Donacia crassipes* L. — Zeitschrift f. wiss. Zool., 92. köt., 627—744. lap, 15 szövegábrával és 5 táblával.

53. HIRSCHLER J., 1909, Über die Entwicklung der Keimblätter u. d. Darmes *Gastroidea viridula* (Deg.). — Bull. Acad. Cracovie, 1909, I. Sem., 284—309. lap, 2 szövegábrával és egy táblával.

54. HOLMGREN NILS, 1902, Über die Excretionsorgane des *Apion flavipes* und *Dacytes niger*. — Anat. Anzeiger, 22. köt., 225—239. lap, 12 szövegrajzzal.

55. HOPKINS A. D., 1909, Contributions toward a monograph of the Scolytid Beetles. I. The genus *Dentroctonus*. — Techn. Ser. Nr. 17, Part. I. U. S. Dep. Agr. Bur. Ent. Washington, 164 lap, 95 szövegábrával és 8 táblával.

56. JOLY, 1844, Recherches sur les mœurs, l'anatomie et l'embryologie d'un petit Insecte coléoptère (*Colaspis atra*). — Ann. des Sciences Nat., 3. sorozat, 1844, II. rész.

57. JORDAN H., 1904, Zur physiologischen Morphologie der Verdauung bei zwei Evertebraten. — Biolog. Centralblatt, 24. köt., 321—332. lap.

58. JORDAN H., 1910, Über »extraintestinale« Verdauung im Allgemeinen u. bei *Carabus auratus* im Besonderen. — Biolog. Centralblatt, 30. köt., 85—96. lap.

59. KARAWAIEW W., 1899, Über Anat. und Metamorphose des Darmcanals der Larve von *Anobium paniceum*. — Biolog. Centralblatt, 19. köt., 122—130., 161—171. és 196—202. lap, 19 szövegábrával.

60. KARSTEN H., 1848, Harnorgane des *Brachinus complanatus* Fabr. — Müller's Archiv f. Anat. u. Physiologie, 1848, IV/V. szám, 367—374. lap, egy táblával.

61. KOWALEVSKY A., 1889, Ein Beitrag zur Kenntnis der Excretionsorgane. — Biol. Centralblatt, 9. köt., 33—47., 65—76. és 127—128. lap.

62. KRÜGER E., 1910, Beiträge zur Anatomie u. Biologie des *Claviger testaceus* Preysl. — Zeitschrift f. wiss. Zool., 95. köt., 326—386. lap; XI. és XIIa. tábla. — Bélcső: 346—360. lap.

63. KÜNCKEL D'HERCULAIS, 1896, Sur les fonctions des tubes de Malpighi. — Bull. Soc. Ent. France, 1896, 209. lap.

64. LABOULBÉNE, 1857, Recherches sur les appareils de la digestion et de la reproduction du *Buprestis maura*. — Thomsons Arch. Entom., T. I, 1857.

65. LÉGER L. és HAGENMÜLLER P., 1899, Sur la structure des tubes de Malpighi de quelques Coléoptères ténébrionides. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris (11), 1. köt., 449—451. lap; Bull. Soc. Ent. France, 1899, 192—194. lap.

66. VAN LIDTH DE JEUDE THEOD. W., 1882, De Spijsverterings-

organen der phytophage Lamellicornienlarven. Utrecht, 1882, 47 lap és 1 tábla.

67. LINDEMANN K., 1879, Monographie der Borkenkäfer Russlands. Die Gattung *Dendroctonus*. — Bull. Soc. Nat. Moscou, 54. köt., 53—87. lap.

68. MATZEK CAROL ANT. EPIPH. 1839, Necrophorum Monographiae. Particula prima. Dissertatio. Vratislaviae.

69. MAYET V., 1896, Une nouvelle fonction des tubes de Malpighi. — Compt. rend. Acad. Paris, 122. köt., 451—453. lap; Bull. Soc. Ent. France, 1896, 122—126. lap.

70. MECKEL J. Fr. 1809, Bruchstücke aus der Insektenanatomie. — Meckel's Beitr. z. vergl. Anat., 1. köt., 1. füzet, 105—131. lap.

71. MINGAZZINI P., 1889, Ricerche sul canale digerente delle larve dei Lamellicorni fitofagi. — Mittheil. Zool. Stat. Neapel, 9. köt., 1—112. lap, 1—4. tábla.

72. MINGAZZINI P., 1889, Ricerche sul canale digerente dei Lamellicorni fitofagi. Insetti perfetti. — Mittheil. Zool. Stat. Neapel, 9. köt., 266—304. lap, 9—11. tábla

73. MÖBUSZ ALB., 1897, Ueber den Darmkanal der Anthrenus-Larve nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. — Archiv f. Naturgeschichte, 63. évf., 1. köt., 89—128. lap, 3 táblával.

74. NAGEL W. A., 1896, Ueber eiweissverdauenden Speichel bei Insektenlarve. — Biolog. Centralblatt, 16. köt., 51—57. és 103—112. lap.

75. PEYERIMHOF, P. DE, 1900, Sur le valeur phylogénique et le nombre primitif des tubes de Malpighi chez les Coléoptères. — Bull. Soc. Entom. France, 1900, 15. sz., 295—298. lap.

76. PLATEAU, F., 1873, Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes. — Mém. de l'Acad. Roy. de Belgique, T. 41, 1873, 124. lap. — Extr.: Naturforscher (Sklarek) 8. évf., 1875., 345—347. lap. — Résumé: Journ. d. Zool., T. 4, 1875, 200. lap.

77. PLATEAU F., 1876, Sur la digestion chez les Insectes; remarques à propos d'un travail recent de M. Jousset. — Compt. Rend. Acad. Paris, 82. köt., 340—342. lap.

78. PLATEAU, F., 1877, Note additionnelle au Mémoire sur les phénomènes de la digestion chez les insectes. — Bull. Acad. Roy. de Belgique, T. 44, 710—733. lap.

79. PORTA A., 1902, Ricerche sull'apparats di secrezione e sul secrets della Coccinella 7-punctata. — Anat. Anz., 22. köt., 177—193. lap, 7. tábla.

80. PORTA A., 1903, La funzione epatica negli Insetti. Nota preventiva. — Anat. Anz., 22. köt., 447—448. lap.

M. T. AK, MATH. ÉS TERMÉSZETTUD. KÖZLEMÉNYEK. XXXII. 1. SZ.

81. PORTA A., 1904, La funzione pancreo-epatica negli Insetti. — Anat. Anz., 24. köt., 97—111. lap, 2 szövegábrával.
82. PORTIER P., 1909, Recherches physiologiques sur les Insectes aquatiques. 1. Digestion de la larve du Dytique. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, 66. köt., 343—344. lap. 2. Digestion des larves de Dytique, d'Hydrobius et d'Hydrophile. — Ugyanott, 379—382. lap.
83. POSSELT C. Fr., 1804, Beytraege zur Anatomie der Insekten. 3 réztáblával. Tübingen, 1804.
84. POYARKOFF E., 1910, Recherches histologiques sur la métamorphose d'un Coléoptère (la Galéruque de l'orme). — Arch. Anat. Micr., Paris, 12. köt., 333—474. lap, 69 szövegrajzzal.
85. RAFFRAY, A., 1893, Recherches anatomiques sur le Pentaplatarthrus paussoides, Coléoptère de la famille des Paussides. — Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Paris, (3), T. 4., 91—102. lap.
86. RAMME WILLY, 1911, Die Bedeutung des Proventriculus bei Coleopteren und Orthopteren. — Zool. Anzeiger, 38. köt., 333—336. lap.
87. RENGEL, C., 1896, Ü. d. Veränderungen d. Darmepithels b. Tenebrio molitor während d. Metamorphose. — Zeitschrift f. wiss. Zool., 62. köt., 1—60. lap.
88. RENGEL, C., 1898, Über die periodische Abstossung und Neubildung des gesammten Mitteldarmepithels bei Hydrophilus, Hydrous und Hydrobius. Mit 1. Taf. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 63. köt., 448—455. lap.
89. ROUVILLE ET., 1895, Sur la genèse de l'épithélum intestinal. — Compt. rend. Acad. Paris, 120. köt., 50—52. lap.
90. RUNGIUS C., 1910, Über eine Besonderheit des Larvendarmes v. Dytiscus marginalis. — Zool. Anzeiger, 35. köt., 341—347. lap, 3 szövegrajzzal.
91. RUNGIUS C., 1911, Der Darmcanal der Imago u. Larve von Dytiscus marginalis L. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 98. köt., 179—287. lap, 74 szövegrajzzal.
92. RUNGIUS C., 1911, Ueber die physiologische Bedeutung des Kaumagens von Dytiscus marginalis L. — Zool. Anzeiger, 38. köt., 442—446. lap, 2 szövegrajzzal.
93. SCHINDLER E., 1878, Beiträge zur Kenntniss der Malpighischen Gefässe der Insecten. — Zeitschrift f. wiss. Zool., 30. köt., 587—660. lap, 1 szövegrajzzal és 3 táblával.
94. SEDLACZEK W., 1902, Über den Darmcanal der Scolytiden. — Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, Wien, 28. évf., 6. füzet, 241—263. lap, egy táblával.
95. SERRES M., 1813, Observations sur les diverses parties du tube intestinal des Insectes. — Ann. du Muséum, 20. köt., 48—88., 89—115., 213—253. és 339—369. lap, 3 táblával.
96. SIMROTH H., 1878, Ueber den Darmkanal der Larve von

Osmoderma eremita mit seinen Anhängen. — Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss., 51. köt., 493—518. lap, 3 táblával.

97. SIMROTH H., 1878, Einige Bemerkungen üb. d. Verdauung der Kerfe. — Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss., 51. köt., 826—831. lap.

98. STRAUS-DURKHEIM H., 1828, Considerations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, aux quelles on a joint l'anatomie descriptive du *Melolontha vulgaris* (hanneton), comme exemple de l'organisation des Coléoptères. Paris, 1828.

99. TICHOMIROV A. A., 1891, Über die Entwicklung der *Calandra granaria*. — Biolog. Centralblatt, 10. köt., 423—424. lap.

100. VÁNGEL JENŐ, 1886, Adatok a *Hydrophilus piceus* tápcsövének boncz-, szövet- és élettanához. — Természettajzi Füzetek, X. köt., 190—208. lap. Németül ugyanott, X. köt., 111—126. lap.

101. VOGEL, R., 1912, Beiträge zur Anatomie u. Biologie d. Larve von *Lampyrus noctiluca*. — Zoolog. Anz., 39. köt., 515—519. lap.

102. WERTHEIMER L., 1887, Sur la structure du tube digestif de l'*Oryctes nasicornis*. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, 8. sor., 4. köt., 531—532. lap.

C) A rovarok Malpighi-edényeiről és kiválasztó szerveiről szóló irodalom.

(A bogarak Malpighi-edényeit tárgyaló irodalom kivételével.)

1. ABONYI S., 1903, A házi méh (*Apis mellifica* L.) bélcsövének alak- és élettani leírása. — Állattani Közlemények, II. köt., 137—168. lap, XI—XIV. tábl.

2. BASCH S., 1858, Untersuchungen über das chylopoetische und uropoetische System von *Blatta orientalis*. — Sitzungs. ber. d. math.-naturwiss. Classe d. Akad. d. Wiss. Wien, 33. köt., 234—260. lap, 5 táblával.

3. BEDDARD, F. E., 1889, On the possible origin of the Malpighian tubules in the Arthropoda. — Ann. of. Nat. Hist., 16. köt., 4. rész, 290—292. lap. Kiv. Journ. R. Microsc. Soc. London, 1889, 6. sz. 742. lap.

4. BERLESE, A., 1901, Intorno alla rinnovazione dell'epitelio del mesenteron negli Arthropodi tracheati. — Monit. Zool. Ital., Anno 12, 182—185. lap.

5. BERLESE, A., 1901, Osservazioni su fenomeni che avvengono durante la ninfosi degli Insetti metabolici. Part. 1: Tessuto adiposo (trofociti). (Lepidotteri, Imenotteri, Neurotteri, Coleotteri). — Riv. Pat. Veget. Firenze, Anno 8, 1—155. lap, hat táblával.

6. BERLESE, A., 1902, Sulle concrezioni cristalline contenute negli organi in dissoluzione e nelle sostanze albuminoidi in via di

digestione nelle nimfe degli Insetti metabolici. — Anat. Anz., 21. köt., 33—48. lap.

7. BORDAS, L., 1895, Anatomie de l'appareil digestif des Orthoptères de la famille des Forficulidae. — Compt. Rend., 121. köt., 655—657. lap.

BORDAS, L., 1895, Les tubes de Malpighi des Hyménoptères. — Bull. Sc. France Belg., 26. köt., 402—441. lap, 10—12. tábla.

8. BORDAS, L., 1895, Appareil glandulaire de Hyménoptères. — Ann. Sc. Nat., 19. köt., 1—362. lap, 11 táblával.

9. BORDAS, L., 1896, Appareil digestif des Blattidae (*Periplaneta* : *P. americana* et *orientalis*.) — Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 1896, (4 p.). — Kiv. ismert. Adelung. Zool. Centralbl., 4. évf., 416. lap.

10. BORDAS, L., 1896, Appareil digestif d'un Orthoptère de la famille des Gryllidae, le *Brachytrypes membranaceus*. — Compt. Rend. Acad. Paris, 122. köt., 1553—1556. lap.

11. BORDAS, L., 1897, Classification des Orthoptères d'après les caractères tirés de l'appareil digestif. — C. R. Ac. Sc. Paris, 124. köt. 821—823. lap.

12. BORDAS, L., 1897, Les tubes de Malpighi des Orthoptères. — C. R. Ac. Sc. Paris, 124. köt., 46—48. lap.

13. BORDAS, L., 1900, Sur le revêtement épithélial cilié de l'intestin moyen et des coecums intestinaux chez les Insectes. — Bull. Soc. Ent. Franc., 25—27. lap.

14. BORDAS, L., 1901, Insertion du tubes de Malpighi chez les Gryllidae. — Bull. Soc. Ent. France, 227—228. lap.

15. BORDAS, L., 1902, L'appareil digestif de l'*Arctia caja*. — Compt. R. Soc. Biol. Paris, 55. köt., 676—677. lap.

16. BORDAS, L., 1902, Le tube digestif de la nymphe d'*Acherontia atropos* L. — C. R. Soc. Biol. Paris, 54. köt., 1495—1496. lap.

17. BORDAS, L., 1902, Sur l'appareil digestif de quelques Lépidoptères. — C. R. Soc. Biol. Paris, 54. köt. 769—771. lap.

18. BORDAS, L., 1902, Structure du réceptacle urinaire et du canal excréteur (urètre) des tubes de Malpighi chez le Gryllidae. — C. R. Soc. Biol. Paris, 54. köt., 639—640. lap.

19. BORDAS, L., 1902, Structure des tubes de Malpighi, du réceptacle urinaire et du canal excréteur (urètre) des Gryllidae. — Bull. Soc. Ent. France, 1902, 272—273. lap.

20. BORDAS, L., A., 1910, Considérations générales sur les tubes de Malpighi des larves de Lépidoptères. — C. R. Acad. Sc. Paris, 150. köt., 737—739. lap.

21. BORDAS, L., 1911, L'appareil digestif et les tubes de Malpighi des larves des Lépidoptères. — Ann. Sc. N., (9), Tome 14, 191—273. lap, 32 rajz, 10—12. tábla.

22. BRUNTZ, L., 1903, Contribution à l'étude de l'excrétion

chez les Arthropodes. — Arch. Biol., 20. köt., 217—422. lap, 7—9. tábla.

23. BRUNTZ, L., 1904, Les reins labiaux des Thysanoures. Anatomie et physiologie. — Arch. Zool. Expér., (4), 2. köt., Notes 89—93. lap.

24. BRUNTZ, L., 1908, Les reins labiaux et les glandes céphaliques des Thysanoures. — Arch. Zool. Expér., (4), 9. köt., 195—238. lap. 5 szövegrajz, 2—3. tábla.

25. BRUNTZ, L., 1908, Nouvelles recherches sur l'excrétion et la phagocytose chez les Thysanoures. — Arch. Z. Expér., (4), 8. köt., 471—488. lap, 16. tábla.

26. BRUNTZ, L., 1908, Sur la cytologie du labyrinthe rénal des Thysanoures. — C. R. Acad. Sc. Paris, 146. köt., 1045—1047. lap.

27. BRUNTZ, L., 1908, Sur la structure et réseau trachéen des canaux excréteurs des reins de *Machilis maritima* Leach. — C. R. Acad. Sc. Paris, 146. köt., 871—873. lap.

28. BRUNTZ, L., 1909, Sur les nephrocytes des Orthoptères et la dénomination de cellules pericardiales. — Arch. Zool. Expér., (5), 2. köt., Notes, 17—19. lap.

29. BRUNTZ, L., 1908, Sur l'existence des glandes céphaliques chez *Machilis maritima* Leach. — C. R. Acad. Sc. Paris, 146. köt., 491—493. lap.

30. BUGNION E., 1905, L'estomac du Xylocope violet (*Xylocopa violacea* Fab). — Mittheil. d. Schweiz. entom. Gesellschaft, XI. köt., 109—128. lap, 4 táblával.

31. BRUGNATELLI, 1815, Osservazioni sopra l'ossurato d'ammoniaca. — Giornale di fisica, 1815, VIII. köt.; Meckel's Archiv f. die Physiologie, 2. köt., 629. lap.

32. CASAGRANDE, D., 1888, Sulle trasformazioni che subisce il sistema digerente de Lepidotteri, passando dallo stato larvale a quello d'insetto perfetto. — Bull. Soc. Ent. Ital., Anno 19, 323—332. lap, 8—10. tábla.

33. CHATIN, J., 1882, Note sur la structure du noyau dans les cellules marginales des tubes de Malpighi chez les Insectes et les Myriapodes. — Annal. d. Scienc. Natur., (6), 14. köt., 7. lap.

34. CHOLODKOVSKY N., 1884, Sur les vaisseaux de Malpighi chez les Lepidoptères. — Compt. rend. Acad. Sc. Paris, 98. köt., 631—633. lap, 99. köt., 816—819. lap.

35. CHOLODKOVSKY N., 1887, Sur la morphologie de l'appareil urinaire des Lepidoptères. — Arch. Biol., 6. köt., 497—514. lap, 17. tábla.

36. CHOLODKOVSKY, N., 1900, Über den Darmkanal von *Laphria*-Arten. — Trav. Soc. Natural. Petersbourg, 31. köt., 54. lap.

37. CUÉNOT L., 1895, Études physiologiques sur les Orthoptères. — Arch. Biol., 14. köt., 293—341. lap, 12—13. tábla.

38. CUÉNOT, L., 1899, La région absorbante dans l'intestin de la Blatte. Critique d'un travail de Metalnikoff. — Arch. Zool. Expér., (3), 6. köt., Notes, 65—69. lap, 2 szövegrajzzal.
39. CUÉNOT, L., 1899, Les prétendus organes phagocytaires décrits par Koulvetch chez la Blatte. — Arch. Zool. Expér., (3), 7. köt., Notes, 1—2. lap.
40. CUVIER, G., 1802, Ueber die Ernährung der Insekten. — Reil's Archiv f. Physiologie, V. köt., 1. füzet, 124. lap.
41. DAVY, J., 1846, Note on the Excrements or certain Insects, and of the Urinary Excrement of Insects. — Edinburgh N. Philos. Journ., 40. köt., 231—234. és 335—340. lap ; 1848, 45. köt., 17—29. lap. Erichson's Bericht f. 1846, 12. lap.
42. DAVY, J., 1854, Somme Observations on the Excrements of Insects. — Transact. Ent. Soc. London., Ser. 2, Vol. 3, 1854, 18—32. lap. Gerstäcker's Bericht f. 1854, 9—10. lap.
43. DAWYDOFF, C., 1904, Die phagocytären Organe der Insekten und deren morph. Bedeutung. — Biol. Centralbl., 24. köt., 431—440. lap, 7 rajzzal.
44. DEEGENER, P., 1903, Zur postembryonalen Entwicklung des Insektendarmes. — Zool. Anzeiger, 26. köt., 547—550. lap.
45. DEEGENER P., 1904, Die Entwicklung des Darmcanals der Insekten während der Metamorphose. — Zool. Jahrb., f. Abth. Morph., 20. köt., 499—676. lap.
46. DEEGENER P., 1908, Die Entwicklung des Darmkanals der Insekten während der Metamorphose. 2. Th. Malacosoma castrensis L. — Zool. Jahrb., Abt., f. Morph., 26. köt., 45—182. lap.
47. DEEGENER, P., 1909, Beiträge z. Kenntnis der Darmsekretion. I. Teil. Deilephila euphorbiae L. — Archiv für Naturgeschichte, 75. évf., I. köt., 71—110. lap.
48. DOMINIQUE J., 1894, Le tube digestif des Orthoptères. Notes physiologiques et histologiques. — Bull. Soc. Sc. N. Quest. France, 4. köt., 17—25. lap.
49. DRUCKER G., 1890, Adatok a csótán (*Periplaneta orientalis* L.) boncz- és szövettani szerkezetéhez. Budapest, 1890, 4 tábla rajzzal.
50. DUNNOUGH J. Mc., 1909, Über den Bau des Darms und seiner Anhänge von *Chrysopa perla* L. — Archiv f. Naturg., 75. évf., I. köt., 3. füz., 313—360. lap, X—XIV. tábla.
51. DUTROCHET, 1813, Mémoire sur les metamorphoses du canal alimentaire dans les Insectes. — Bull. Sc. Soc. Philom., 1818, 42—43 ; Journal de Physique, 1818, 86. köt., 130—135, 189—204. lap.
52. ELBERLE J., 1892, Untersuchungen an Verdauungstrakten von *Gryllotalpa vulgaris*. — Vierteljahresschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 37. évf., 167—212. lap.

53. ENRIQUES P., 1902, Sulla nimfosi nelle Mosche. — Anat. Anz., 21. köt., 364—367. lap.
54. ESCHERICH K., 1901, Das Insekten-Entoderm. — Biol. Centralblatt, 21. köt., 416—431. lap.
55. FABRE J. H., 1863, Étude sur le rôle du tissu adipeux dans la sécrétion urinaire chez les Insectes. — Ann. d. Sc. Nat., 4. sorozat, Zool., XIX. köt., 351—382. lap..
56. FAUSSEK V., 1887, Beiträge zur Histologie des Darmkanals der Insekten. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 45. köt., 694—712. lap.
57. FEYTAUD J., 1908, Sur le ventricule chylifique des Termites. — C. R. Soc. Biol. Paris, 64. köt., 474—476. lap.
58. FISCHER DE WALDHEIM G., 1838, Notice sur les vaisseaux dits hépatiques ou biliaires des Insectes. — Bull. Soc. Imp. Natur Moscou, V. köt., 504—513. lap.
59. FOLSOM J. W. és MIRIAM U. WELLES, 1906, Epithelial Degeneration, Regeneration and Secretion in the Mid-intestine of Collembola. — Univ. Illinois Bull., 4. köt., 1906, 5—32. lap.
60. FRENZEL J., 1886, Einiges über den Mitteldarm der Insekten, sowie über Epithelregeneration. — Arch. f. mikr. Anat., 26. köt., 229—306. lap, 3 táblával.
61. FRENZEL J., 1890, Die Saftentleerung bei Schmetterlingen nach deren Ausschlüpfen. — Zool. Anzeiger, 13. köt., 579—580. lap.
62. FRITZE A., 1888, Über d. Darmkanal d. Ephemeriden. — Ber. Nat. Ges. Freiburg, 4. köt., 59—82. lap, 2 táblával
63. FÜRTH O., 1902, Chemische Physiologie der Nierensekretion niederer Tiere. — Asher-Spiro, Ergebn. d. Physiologie, 1. évf., 1. rész, 395—413. lap.
64. GADD G. G., 1902, Über den Bau des Darmkanals bei den Larven von Aphrophora spumaria L. in : Trav. Soc. Natural. Petersbourg, Vol. 32, Livr. 4, 84—95. lap.
65. VAN GEHUCHTEN A., 1890, Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de la Ptychoptera contaminata. — La Cellule, 6. köt., 183—291. lap, 6 tábla.
66. VAN GEHUCHTEN A., 1891, La mécanique de la sécrétion. — Anat. Anzeiger, 6. köt., 12—25. lap, 7 ábra; La Cellule 9. köt., 93—116. lap, egy táblával.
67. GEORGEVITCH J., 1909, Note relative à la biologie et au système digestif de Simulium columbacensis. — C. R. Soc. Biol. Paris, 67. köt., 540—542. lap.
68. GERSTÄCKER A., 1873, Über Harnsäureabsonderung bei Insekten u. ü. einige bei d. Zucht d. Ameisenlöwen beob. Entwicklungsvorgänge. — Sitzber. d. Ges. naturf. Freunde, 1873, 138—145. l.
69. GIARD A., 1893, Note sur l'organe appelé spatula sternalis et sur les tubes de Malpighi des larves de Cécidomyes. — Ann. Soc. Ent. France, 62. köt., Bull., 80—84. lap.

70. GRABER V., 1869, Zur näheren Kenntnis d. Proventriculus u. d. Appendices ventriculares bei d. Grillen u. Laubheuschrecken. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Cl., 59. köt., 1. rész, 29—46. lap.

71. GRABER V., 1871, Ueber die Ernährungsorgane d. Insekten u. nächstverwandten Gliederfüßler. — Mitteil. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark, Graz, 2. köt., 181—182. lap.

72. GRABER V., 1892, Beiträge z. vergl. Embryologie der Insekten. — Denkschr. Akad. Wien, 58. köt., 803—866. lap, 12 rajzzal és 7 táblával.

73. GRIFFITHS Á. B., 1889, On the Malpighian Tubules of *Libellula depressa*. — Proc. R. Soc. Edinburgh, 15. köt., 401—403. l.

74. GUYÉNOT E., 1907, L'appareil digestif et la digestion de quelques larves de Mouches. — Bull. Sc. France Belg., 41. köt., 353—370. lap.

75. GYLLENHAL LEON, 1799, Instrumenta cibaria Insectorum aliquot Suecicorum. — Nov. Act. Soc. Upsal., 6. köt., 117—132. lap.

76. HAMMERSCHMIDT J., 1910, Beiträge z. Entwickl. d. Phasmatiden. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 95. köt., 221—242. lap.

77. HASEMAN, L., 1910, The Structure and Metamorphosis of the Alimentary Canal of the Larva of *Psychoda alternata* Say. — Ann. Ent. Soc. America, Vol. 3, 1910, 277—308. lap, 5 táblával.

78. HEROLD, 1815, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge.

79. HEYMONS R., 1897, Über d. Bildung u. d. Bau d. Darmkanals bei niederen Insekten. — Sitzgsber. Ges. Naturf. Fr. Berlin, 1897, 7. sz., 111—119. lap.

80. HIRSCHLER J., 1906, Embryolog. Untersuchungen a. *Catocala nupta* L. — Bull. Acad. Cracovie, 1905, 802—810. lap, 4 ábrával.

81. JANET CH., 1902, Anatomie du gaster de la *Myrmica rubra*. Paris, 68. lap, 19 ábra, 8 táblával.

82. JANET CH., 1907, Sur l'origine du tissu adipeux imaginal pendant la nymphose chez les Muscides. — Bull. Soc. Ent. France, 1907, 350—351. lap.

83. JORDAN H., 1888, Anat. u. Biol. d. Physapoda. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 47. köt., 541—620. lap, 3 táblával.

84. JOUSSET DE BELLESME, 1876, Recherches sur les fonctions des glandes de l'appareil digestif des Insectes. — Compt. Rend., 82. köt., 97—99. lap; Naturforscher (Sklarek), 9. évf. 86—87. l. — Angoulé: Journ. R. Microsc. Soc., Vol. 1, 1878, 144—145. l.; Ann. Mag. Nat. Hist., 4. Sér., Vol. 17, 1876, 333—334. lap.

85. JOUSSET DE BELLESME, 1878, Travaux originaux de Physiologie comparée. 1. rész. Insectes: Digestion, Metamorphoses. Paris (G. Bailliére), 1878. 80.

86. KOROTNEFF A., 1894, Zur Entwicklung d. Mitteldarmes bei den Arthropoden. — Biol. Centralbl., 14. köt., 433—434. lap.

87. KOWALEWSKY A. O., 1893, Sur les organes excréteurs chez les Arthropodes terrestres. — Congrès Internat. Zool. 2. Sess., 1. rész, 187—235. lap.

88. KÖLLICKER A., 1858, Zur feineren Anat. d. Insekten. — Verhandl. d. physikal.-mediz. Ges. i. Würzburg, VIII. köt., 1858, 225—235. lap.

89. KÖRÖSI A., 1889, A kiválasztás szervei az állatvilágban. — Természettud. Füzetek, XIII. köt., Temesvár. (Malpighi-edények 63—68. lap.) Összefoglaló, népszerű ismertetés, önálló vizsgálatok nélkül.

90. KRASSILTSCHIK J., 1892, Zur Anat. d. Phytophthires. — Zool. Anz., 15. köt., 217—223. lap.

91. KRUKENBERG C. FR. W., 1878, — Beiträge zur Kenntniss der Verdauungsvorgänge. Untersuchungen aus dem Physiolog. Institute d. Univ. Heidelberg. Herausg. v. W. Kühne, II. Bd., Heft 1, pag. 26—37. (*Periplaneta orientalis* és *Hydrophilus piceus* emésztése.)

92. KRUKENBERG C. FR. W., 1882, Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung. Heidelberg, 1882 (Winter's Verlag).

93. KUNCZE LEO, 1883, A rovarok emésztőkészülékére vonatkozó boncz- és élettani viszonyok. — Rovarászati Lapok, 1883. évf., 25—32., 40—47., 62—65. és 73—78. lap. (Népszerű összefoglalás önálló vizsgálatok nélkül.)

94. LEBEDEF A., 1899, Über d. Speicheldrüsen d. Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*). — Arb. Naturf. Ges. Kasan, 33. köt., 1. füz., egy táblával.

95. LECAILLON A., 1900, Sur les prolongements ciliformes de certaines cellules du Cousin adulte, *Culex pipiens* L. — Bull. Soc. Ent. France, 1899, 353—354.

96. LEEUWEN, W. D. VAN, 1907, Over den fijneren Bouw en de Veranderingen gedurende de Metamorphose van het Darmkanaal en zijn tanhangselen van *Isosoma graminicola* Giraud. — Onderzoek. Phys. Lab. Utrecht (5) Deel 8, p. 440—452.

97. V. LEEUWEN, W. D., 1909, Beiträge zur Kenntnis d. Metamorphosen. Die mikr. Anatomie d. Darmkanals u. dessen Drüsen von *Isosoma graminicola* Giraud. — Tijd. Nederl. Diérk. Ver., (2) Deel. II, 1—35. lap, 1—2 táblával.

98. LÉGER L. és DUBOSQ O., 1899, Sur les tubes de Malpighi des Grillons. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, (11), 1. köt., 527—529. lap.

99. LÉGER L. és DUBOSQ O., 1900, Notes biologiques sur les Grillons. Sécrétion intestinale. — Arch. Zool. Expér., 1900, 8. köt., Notes, 49—56. lap.

100. LÉGER L. és DUBOSQ O., 1902, Sur la régénération épithéliale

dans l'intestin moyen de quelques Arthropodes. — Arch. Zool. Expér., (3), 10. köt., Notes, 36—42. lap.

101. LEYDIG FR., 1855, Zum feineren Bau d. Arthropoden. — Müller's Archiv f. Anat., 1855, 376—480. lap.

102. LEYDIG FR., 1859, Zur Anatomie d. Insekten — Archiv f. Anat. u. Physiol., 1859. (Über die Vasa Malpighi, p. 158.)

103. LEYDIG FR., 1863, Untersuchungen ü. d. Fettkörper der Arthropoden. — Arch. f. Anat. u. Physiol., 1863. évf., 192. lap.

104. LEYDIG FR., 1883, Untersuchungen zur Anat. u. Histologie der Thiere. Bonn, 1883.

105. LICENT E., 1911, Remarques sur les terminaisons distales et proximales des tubes de Malpighi chez les Homoptères supérieurs. — Bull. Soc. Ent. France, 48—52. lap.

106. LIST J., 1887, Orthezia cataphracta, Shaw. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 45. köt., 1—85. lap.

107. LOZINSKI P., 1911, Über die Malpighischen Gefässe der Myrmeleonidenlarven als Spinnndrüsen. — Zool. Anzeiger, 38. köt., 401—417. lap, 12 ábrával.

108. LÜBBEN H., 1907, Über die innere Metamorphose der Trichopteren (Respirationssystem, Geschlechtsdrüsen, Darm). — Z. Jahrb., Abth., f. Morph., 24. köt., 71—128. lap., 11—13. táblával.

109. LYONET P., 1762, Traité anat. de la Chenille qui ronge le bois de Saule, II. Ed., Haag (La Haye).

110. LYONET P., 1829—32, Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'Insectes. — Mém. du Muséum d'Hist. nat. Paris, 18., 19. és 20. köt.

111. MARCHAL P., 1895, Remarques sur la fonction et l'origine des tubes de Malpighi. — Bull. Soc. Ent. France, 1895, 134—136. lap.

112. MARCHAL P., 1893, Sur la motilité des tubes de Malpighians. — Ann. Soc. Ent. France, 61. köt., 4. Trim. Bull., 256—257. lap.

113. MARK E. L., 1877, Beiträge zur Anatomie und Histologie d. Pflanzenläuse insbesondere d. Cocciden. — Archiv f. mikr. Anat., 13. köt., Malp. Gefässe : 80—81. lap.

114. MARSHALL WM. S. és SEVERIN H. H., 1906, Über die Anatomie der Gespenstheuschrecke, Diapheromera femorata, Say. — Archiv f. Biontologie, I. köt., 215—244. lap, 18—23. tábla.

115. MARSHALL, WM. S., 1908, Amitosis in the Malpighian tubules of the Walking-Stick (Diapheromera femorata). — Biol. Bull. Woods Holl., 14. köt., 89—94. lap, 5. tábla.

116. MALPIGHI M., 1669, Dissertatio epistolica de Bombyce, Societati regiae Londini ad scientiam naturalem promovendam institutae dicata. Londini 1669.

117. MARCHAL P., 1889, L'acide urique et la fonction rénale chez les Invertébrés. — Mém. Soc. Zool. France, 3. köt., 31—87. lap.

118. MECKEL H., 1846, Micrographie einiger Drüsenapparate

der nied. Thiere. — Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol., 1846, 1—74. lap.

119. MECKEL J. F., 1820, Ueber die Gallen- u. Harnorgane der Insecten. — Meckel's Archiv f. Anat. u. Phys., 1826, 21—36. lap.

120. MECKEL J. F., 1829, System d. vergl. Anatomie. Halle, 1829, 4. rész. Verdauungswerkzeuge d. Insekten: 75—141. lap.

121. MEINERT FR., 1889, Contribution à l'anatomie des Fourmilions. — Ov. Danske Vid. Selsk. Fork. Kjöbenhavn, 43—66. lap.

122. METALNIKOFF S., 1896, Sur les organes excréteurs des quelques Insectes. О Бѣдлительныхъ органахъ нѣкоторыхъ насѣкомыхъ. — Bull. Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg, 1896, 4. köt., 1. sz., 57—72. lap, 1 tábla.

123. METALNIKOFF S., 1902, Beiträge zur Anat. u. Physiol. d. Mückenlarve. — Bull. Acad. Sc. Pétersbourg, (5), 17. köt., 49—58. lap, 2. tábla.

124. METALNIKOFF S., 1903, Beiträge z. Kenntnis d. Anat. d. Raupe von Galleria melonella. — Zool. Anz., 26. köt., 619—623. lap.

125. METALNIKOFF S., 1908, Recherches expérimentales sur les chenilles de Galleria mellonella. — Arch. Zool. Expér., 8. köt., 489—588. lap, 15 szövegrajzzal és 5 táblával.

126. НАСОНОВЪ Н., 1899, Къ строенію кишечнаго канала насѣкомыхъ. РАБОТЫ изъ Лабораторіи Зоологическаго кабинета императорскаго Варшавскаго Университета, 1898-го года. ВАРШАВА, 1899. 21—60. lap.

127. NAZARI A., 1899, Ricerche sulla struttura del tubo digerente e sul processo digestivo de Bombyx mori allo stadio larvale. — Ricerche Lab. Anat. Roma, 7. köt., 75—85. lap, 3—4. tábla.

128. NENIUKOFF D., 1904, Die Verdauungsprocesse bei Periplaneta orientalis. — Physiologiste Russe Moscou, 3. köt., 31—34. lap.

129. NOACK W., 1901, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Musciden. — Zeit. f. wiss. Zool., 70. köt., 1—57. lap.

130. NUSSBAUM J. és FULINSKI B., 1906, Über die Bildung der Mitteldarmanlage bei Phyllodromia (Blatta) germanica. — Zool. Anz., 30. köt., 362—381. lap, 15. ábra.

131. NUSSBAUM J. et B. FULINSKI, 1909, Zur Entwicklungsgeschichte d. Darmdrüsenblattes bei Gryllotalpa vulgaris Latr. — Zeit. f. wiss. Zool., 93. köt., 308—348. lap.

132. PANTEL J., 1898, Le Thrixion Halidayanum Rond. — La Cellule, XV. köt., 7—250. lap, 6 táblával.

133. PANTEL J. és LICENT E., 1910, Remarques préliminaires sur le tube digestif et les tubes de Malpighi des Homoptères supérieurs. — Bull. Soc. Ent. France, 1910. évf., 36—39. lap.

134. PÉREZ, CH., 1901, Histolyse des tubes de Malpighi et des glandes sericigènes chez la Fourmi rousse. — Bull. Soc. Ent. France, 1901, évf., 307—310. lap.

135. PÉREZ CH., 1901, Sur les oenocytes de la Fourmi rousse. — Bull. Soc. Ent. France, 1901. évf., 351—353. lap.
136. PÉREZ CH., 1901, Sur quelques points de la métamorphose des Fourmis. — Bull. Soc. Ent. France, 1901, 22—25. lap.
137. PÉREZ CH., 1901, Sur quelques phénomènes de la nymphose chez la Fourmi rousse. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, 53. köt., 1046—1049. lap.
138. PÉREZ CH., 1910, Métamorphose des tubes de Malpighi chez les Muscides. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, 68. köt., 42—43. lap; Arch. Zool. Expériment., (5), 4. köt., 1—274. lap, 16 tábla.
139. PÉREZ CH., 1910, Origine des cellules imaginaires dans l'intestin moyen des Vespides. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, 68. köt., 1010—1012. lap.
140. PETRI L., 1904, Sopra la particolare localizzazione di una colonia batterica nel tubo digerente della larva della Mosca olearia. — Atti Accad. Lincei, Rend., (5), 13. köt., 560. lap.
141. PETRUNKEWITSCH H., 1900, Die Verdauungsorgane von *Periplaneta orientalis* u. *Blatta germanica*. — Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontogenie d. Thiere, 13. köt., 171—190. lap.
142. PHILIPTSCHENKO, J. A., 1907, Beiträge zur Kenntniss der Apterygoten. I. Über die excretorischen und phagocytären Organe von *Ctenolepisma lineata* F. — Zeit. f. wiss. Zool., 88. köt., 99—116. lap, 7. tábla.
143. PLATNER G., 1889, Beiträge z. Kenntniss d. Zelle u. ihrer Theilungserscheinungen. — Arch. f. mikr. Anat., 33. köt., 145—150. lap.
144. PORTIER P., 1911, Recherches physiologiques sur les Insectes aquatiques. — Arch. Zool. Expér., (5), 8. köt., 89—379. lap, 68 ábra, 1—4. tábla.
145. POSSELT C. FR., 1804, Beiträge zur Anatomie der Insekten. Erstes Heft. Mit 3 Kupfern. Tübingen (Cotta'sche Buchhandlung).
146. POYARKOFF, E., 1909, Rôle phagocytaire du corps gras chez la Galéruque de l'Orme pendant la métamorphose. — C. R. Soc. Biol. Paris, 66. köt., 670—671. lap.
147. RAMDOHR KARL AUG., 1810—1811, Kleine Abhandlungen aus der Anatomie und Physiologie der Insecten (Mit 1 Taf.). — Magaz. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin, 4. évf., 1810, 287—292. lap, 5. évf., 1811, 386—390. lap.
148. RASCHKE E. W., 1887, Zur Anat. u. Hist. d. Larve von *Culex nemorosus*. — Zool. Anz., 10. köt., 18—19. lap; Arch. f. Naturgesch., 53. évf., 133—163. lap.
149. RENGEL C., 1903, Ueber den Zusammenhang von Mitteldarm und Enddarm bei den Larven der aculeaten Hymenopteren. Zeit. f. wiss. Zool., 75. köt., 221—232. lap, 20. és 21. tábla.

150. RENGGER J. R., 1817, Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten. Tübingen, 1817.

151. RILEY W. A., 1906, A Malpighian Tube Within the Heart. — Ent. News, 1906, 113—114. lap.

152. ROVELLI G., 1884, Alcune ricerche sul tubo digerente degli Atteri, Ortotteri e Pseudo-Nevrotteri. Como, 1884.

153. RUSS, E., 1907, Über d. postembr. Entwicklung des Mitteldarmes bei den Trichopteren (*Anabolia laevis* Zett.) — Zool. Anz., 31. köt., 708—710. lap.

154. RUSS, E. A. L., 1908, Die postembryonale Entwicklung des Darmkanals bei den Trichopteren (*Anabolia levis* Zett.). — Zool. Jahrb., Abt. f. Morph., 25. köt., 675—770. lap, 29—32. tábla.

155. RYWOSCH, 1893, Allgemeines über Tierharn. — Wiener med. Wochenschrift, 1893, Nr. 18. Nov.

156. SABATIER, 1877, Sur les tubes de Malpighi des Insectes (Extrait du procès-verbal). Assoc. franç. p. l'avanc. d. sc. C. R. de la 6. Sess. (1877), 1878, 663—664. lap.

157. SADONES J., 1896, L'appareil digestif et respiratoire larvaire des Odonates. — La Cellule, 11. köt., 271—325. lap.

158. SAMSON K., 1908, Über das Verhalten de Vasa Malpighii und die excretorische Funktion der Fettzellen während der Metamorphose von *Heterogenea limacodes* Hüfn. — Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ontogenie d. Tiere, 26. köt., 403—422. lap, 21—22. tábla.

159. SAYCE, O. A., 1899, On the Structure of the Alimentary System of *Grylotalpa australis* (Erichs) with some Physiological Notes. — Proc. R. Soc. Victoria Melbourne, (2), Vol. 11, 113—129. lap, 9—10. tábla.

160. SCHLOSSBERGER, 1857—1858, Untersuchungen über das chemische Verhalten der Krystalle in den Malpighischen Gefässen der Raupen. — Archiv f. Anat. und Physiol., 1857, S. 61—62. lap.

161. SCHLÜTER C., 1912, Beiträge zur Physiologie und Morphologie des Verdauungsapparates der Insekten. — Zeitschrift f. allg. Physiologie, 13. köt., 155—198. lap, V—VII. tábla.

162. SCHNEIDER A., 1887, Ueber d. Darm der Arthropoden. — Zool. Anz., 10. köt., 139—140.; Schneider's Zool. Beiträge, 2. köt., 82—96. lap, 3. tábla.

163. SCHWANGART F., 1904, Studien zur Entodermfrage bei den Lepidopteren. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 76. köt., 167—212. lap.

164. SCHWANGART, F., 1905, Zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren. — Biol. Centralbl., 25. köt., 721—729. és 777—789. lap.

165. SCHWANGART F., 1907, Über die Beziehungen zwischen Darm- und Blutzellenbildung bei *Endromis versicolor* L. — Sitzungsber. Ges. Morph. Phys. München, 22. köt., 95—113. lap, 7. ábra.

166. SCHWARTZE, E., 1899, Zur Kenntniss der Darmentwicklung bei Lepidopteren. — Zeit. f. wiss. Zool., 66. köt., 409—496. lap, 31—34. tábla.

167. SEMICHON L., 1903, La sécrétion dans l'intestin moyen du *Bombus agrorum*. — Bull. Mus. H. N. Paris, 8. köt., 527—529. lap.

168. SIEBER N. és METALNIKOFF J., 1904, Über Ernährung und Verdauung der Bienenmotte (*Galleria mellonella*). — Pflüger's Archiv f. Phys., 102. köt., 269—286. lap.

169. SIEBOLD TH., 1848, Lehrbuch d. vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere, Berlin, 1848, 588—603. és 623—628. lap.

170. SIMPSON, C. B., 1903, The Alimentary Canal of Certain Lepidopterous Larvae. — Proc. Ent. Soc. Washington, 5. köt., 72. lap.

171. SINÉTY, R. de, 1900, Les tubes de Malpighi chez les Phasmes. — Bull. Soc. Entom. France, 1900. évf., 333—335. lap.

172. SINÉTY R. de, 1901, Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes. Tubes de Malpighi. — Thèse de Paris Lierre. 164. lap, 5 táblával.

173. SINÉTY R. de, 1902, Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes etc. — La Cellule, 19. köt., 117—278. lap, 5 táblával.

174. SIRODOT, S., 1858, Recherches sur les sécrétions chez Insectes. — Annal. d. Scienc. Nat., 4. sor., Zool., 10. köt., 141—189. és 251—328. lap.

175. SNODGRASS R. E., 1899, The Anatomy of the Mallophaga. — Contr. Biol. Hopkins Seaside Lab., 19. sz., 145—224. lap, 12 ábra, 10—15. tábla.

176. SOMMER A., 1885, Über *Macrotoma plumbea*. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 41. köt., 683—718. lap, 34—35. tábla.

176a. SOUSLOFF S., 1906., О фагоцитозъ, Выдѣлительныхъ органахъ и сердцѣ нѣкоторыхъ насекомыхъ. A Pterygoták phagocytosisáról, kiválasztószerveiről és szívéről (oroszul). — Travaux d. l. Soc. Imp. d. Nat. de St. Pétersbourg, 35. köt., 16. sz., 77—128. lap, 2 tábla.

177. SUCKOW F. W. L., 1828, Verdauungsorgane der Insekten. — Heusinger's Zeitschr. f. org. Physik, 1828, 3. köt., 1—89. lap.

178. SWAMMERDAM J., 1737, Bijbel der Nature. Leyden, 1737.

179. SZMOLAY VILMOS, 1887, A rovarok emésztőszervei. — Természettudományi Füzetek, XI. kötet, 145—154. lap, 2 tábla rajzzal. Temesvár. (Önálló vizsgálatok nélkül.)

180. TARGIONI-TOZZETI, AD., 1872, Note anatomiche intorno agli insetti. — Bull. Soc. Ent. Ital., Anno 3, 1871, 386—410. lap. — Lo stesso. Sopra una forma di cellule epiteliali nel ventricolo delle api, ibid., Anno 4, 1872, 175—187. lap.

181. THANHOFFER L., 1869, A Malpighi-féle edények, vagyis a rovarok epe- és hugyvelválasztó szervei. (Boncz-, élet-, szövettani

értekezés.) Két színes nyomatú táblával. A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1868. Egerben tartott XIII. Nagygyűlésének munkálataiban. Eger, 1869.

182. THOMPSON MILLET T., 1905, Alimentary canal of the Mosquito. — Proc. Boston Soc. N. H., 32. köt., 142—202. lap, 12—17. tábla.

183. TRAEVIRANUS, GTFR. REINH., 1809, Resultate einiger Untersuchungen über d. inneren Bau der Insekten. — Ann. d. Wetter. Gesellsch. f. d. ges. Naturkunde, 1. köt., 169—177. lap.

184. TURSINI G. FR., 1877, Un primo passo nella ricerca dell' assorbimento intestinale degli artropodi. — Rendic. d. R. Accad. di Sc. fis. e matemat. di Napoli, 16. köt., 95—99. lap.

185. URECH F., 1890, Chemisch-analytische Untersuchungen an lebenden Raupen, Puppen und Schmetterlingen und an ihren Sekreten. — Zool. Anz., 13. köt., 254—260., 272—280., 309—314., 334—341. lap.

186. VANEY C., 1900, Notes sur les tubes de Malpighi des larves Stratiomys. — Bull. Soc. Ent. France, 1900, 360—361. lap.

187. VANEY C., 1901, Sur une nouvelle fonction de quelques tubes de Malpighi. — Ann. Soc. Lim. Lyon, 47. köt., 155—158. lap.

188. VENEZIANI A., 1903, Sulla sostanza colorante dei tubi malpighiani degli Insetti. Bologna, 1903.

189. VENEZIANI, A., 1904, Note sulla struttura istologica e sul meccanismo di escrezione dei tubi di Malpighi. — Monit. Zool. Ital., Anno 14. 322—324. lap.

190. VENEZIANI, A., 1904, Intorno al numero dei tubi di Malpighi negli Insetti. Ferrara.

191. VENEZIANI, A., 1905, Valore morfologico e fisiologico dei tubi malpighiani. (Contributo alla conoscenza del meccanismo dell' escrezione.) — Redia, Firenze, 2. köt., 177—230. lap, 18—20. tábla.

192. VERNON, E., 1890, Chemisch-analytische Untersuchungen an lebenden Raupen, Puppen und Schmetterlingen. — Zool. Anzeiger, 13. köt., 558—559.

193. VERNON, E., 1899, L'évolution du tube intestinal chez le Ver-à-soie. — Arch. Nat. Biol., 30. köt., 360—362. lap.

194. VERNON E., 1905, Zur Entwicklung des Verdauungskanal bei Bombyx mori. — Zeitschrift f. wiss. Zool., 82. köt., 523—600. lap.

195. VIALLANES H., 1882, Recherches sur l'histologie des Insectes etc. — Ann. d. Scienc. Natur., 6. sor., 14. köt., 1—348. lap.

196. VIGNON P., 1899, Sur l'histologie du tube digestif de la larve de Chironomus plumosus. — Compt. Rend. Acad. Paris, 128. köt., 1596—1598. lap.

197. VIGNON P., 1901, Sur l'histologie du Ver-à-soie. — Bull. Soc. Zool. France, 26. köt., 114—115. lap.

198. VISART, O., 1892, Digestive Canal of Orthoptera. — Atti Soc. Toscana Scient. Natur., VII. köt., 277—285. lap.

199. VISART O., 1895, Contribuzione allo studio del tubo digerente degli Arthropodi. — Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Pisa Mem., 13. köt., 20—49. lap; Boll. Soc. Nat. Napoli, 8. köt., 82—89. lap.

200. VOINOV, D. N., 1899, Recherches physiologiques sur l'appareil digestif et le tissu adipeaux des larves des Odonates. — Bull. Soc. Sc. Bucarest, 8. évf., 472—493. lap, 2 tábla.

201. WANDOLLECK B., 1899, Zur Anatomie d. cyclorhaphen Dipterenlarven. Anatomie d. Larve von *Platycephala planifrons*. — Abh. Zool. Mus. Dresden, Festschrift, Nr. 7, 40 lap, 11 ábra, 2 tábla.

202. WEINLAND E., 1908, Über die Bildung von Fett aus eiweissartiger Substanz im Brei der Calliphoralarven. — Zeitschr. f. Biologie, (2), 33. köt., 197—278. lap.

203. WHEELER W. M., 1893., The Primitive Number of Malpighian Vessels in Insects. — Psyche, 6. köt., 457—460., 485—486., 497—498., 509—510., 539—541., 545—547., 561—564. lap.

204. WILL J. G., 1848, Ueber die Gallenorgane der wirbellosen Thiere. — Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol., 1848, IV—V. sz., 502—510. lap.

205. WITLACZIL E., 1884, Die Anatomie der Psylliden. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 42. köt., 569—638. lap, 20—22. tábla.

206. WURZER, 1818, Chemische Untersuchung des Stoffes, welcher sich in den sog. Gallengefässen d. Schmetterlings der Seidenraupe (*Bombyx mori*) befindet. — Meckel's Archiv f. Physiol., 1818, 4. köt., 213—215. lap.

C) Egyéb felhasznált irodalom.

1. ANGLAS J., 1900, Sur la signification des termes »phagocytose« et »lyocytose«. — Compt. rend. Soc. Biol. Paris, 52. köt., 219—221. lap.

2. APÁTHY ST. és FARKAS B., 1907, Beiträge zur Kenntniss der Darmdrüsen des Flusskrebse. — Múzeumi Füzetek, I. köt., 1906. évf., 117—150. lap.

3. BALBIANI E. G., 1890, Etudes anatomiques et histologiques sur le tube digestif des Cryptops. — Arch. Zool. Expér., (2), 8. köt., 1—82. lap, 6 táblával.

4. BENGTESSON S., 1899, Ü. sog. Herzkörper bei Insektenlarven, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Blutgewebe. — Bil. Svenska Akad. Handl., 25. köt., 4. rész, 1—23. lap, két rajzzal.

5. BERLESE A., 1896, Ricerche sugli organi e sulla funzione della digestione negli Acari. Portici. 1—42. lap, 36 ábrával és 1 táblával.

6. BRUNTZ L., 1908, Sur la contingence de la bordure en brosse et la signification probable des bâtonnets de la cellule rénale. — C. R. Acad. Sc. Paris, 147. köt., 83—85. lap.

7. FARKAS B., 1907, Adatok a Folyami Rák tápcsövi mirigyeinek ismertetéséhez. — Múzeumi Füzetek, 1906, I. köt., 28—45. lap.

8. FAUSSEK V., 1911, Vergleichend-embryologische Studien. (Zur Frage über die Bedeutung der Cölomhöhlen.) — Zeitschr. f. wiss. Zool., 98. köt., 529—625. lap, 24—27. tábla.

9. FRENZEL J., 1885, Ueber den Darmkanal der Crustaceen nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. — Arch. f. mikr. Anat., 25. köt., 137—190. lap, 8—9. tábla.

10. GRAF A., 1899, Hirudineenstudien. — Nova Acta Acad. Leop. Car., 72. köt., 217—304. lap, 15. tábla.

11. GRIFFITHS, A. B., A. A. JOHNSTONE, 1889, Investigations on the Malpighian tubes and the »Hepatic Cells« of the Araneina. — Proc. R. Soc. Edinburgh, 1889, III—II5. lap, 3 ábra.

12. HOLMGREN N., 1902, Ueber das Verhalten des Chitins und Epithels zu den unterliegenden Gewebearten bei Insecten. — Anat. Anzeiger, XX. köt., 480—488. lap.

13. HOLMGREN N., 1903, Ueber die morphologische Bedeutung des Chitins bei den Insecten. — Anat. Anzeiger, XXI. köt., 373—378. lap.

14. HOLTZ H., 1909, Von der Secretion und Absorption der Darmzellen bei Nematous. — Anatomische Hefte, I. Abt., 119. Heft (39. Bd., H. 3.), pag. 680—696, Taf. 54/57.

15. JORDAN H., 1902, Die Functionen der sog. Leber bei *Astacus fluviatilis*. — Verh. D. Zool. Ges., 12 Vers., 183—186. lap.

16. JORDAN H., 1904, Beiträge zur vergl. Physiologie der Verdauung. 4. D. Verdauung und der Verdauungsapparat des Flusskrebsses (*Astacus fluviatilis*). — Pflüger's Archiv, 101. köt., 263—310. lap.

17. JORDAN H., 1904, Zur Frage nach der excretiven Function der Mitteldarmdrüse (»Leber«) bei *Astacus fluviatilis*. — Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 105. köt., 365—379. lap.

18. JORDAN H., 1911, Über die secretive und absorptive Function der Darmzellen bei Wirbellosen, insbesondere bei Insecten. — Verh. D. Zool. Ges. 20/21. Vers., 272—278. lap.

19. KOSCHEVNIKOV G. A., 1900, Über den Fettkörper und die Öncocyten der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). — Zool. Anz., 23. köt., 337—357. lap.

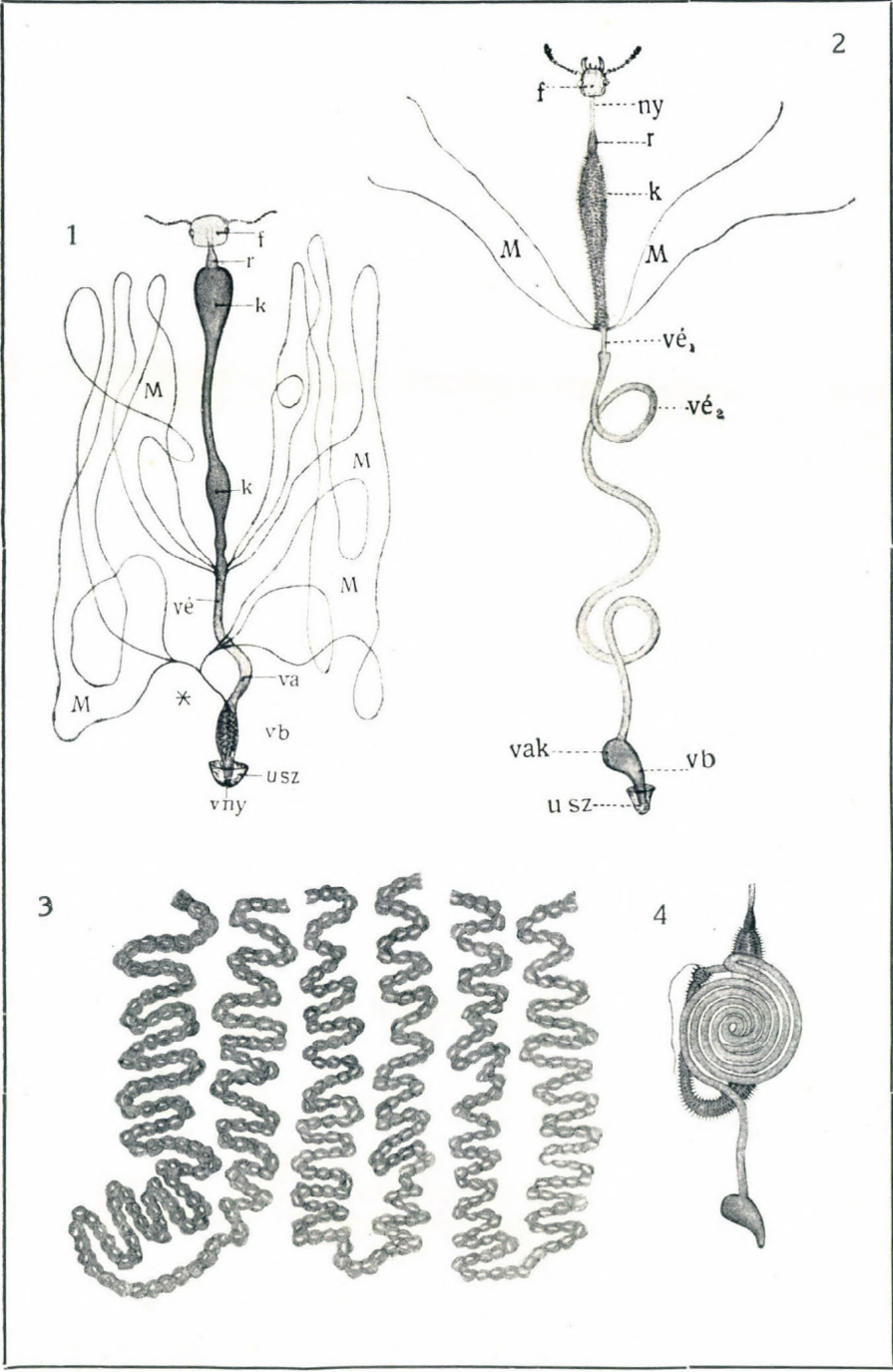
20. LOMAN J. C. C., 1887, Ueber morphologische Bedeutung d. sog. Malp. Gefässen bei den echten Spinnen. — Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver., (2), 1. köt., 109—113. lap.

M. T. AK, MATH. ÉS TERMÉSZETTUD. KÖZLEMÉNYEK, XXXII, K. 1. SZ.

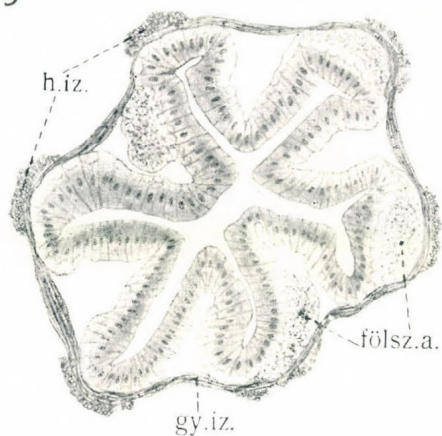
21. NUSSBAUM M., 1882, Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues u. d. Function der Drüsenzellen. — Zool. Anz., 1882. évf., 328/330. lap.
22. PHILIPTSCHENKO J. A., 1907, Über die Abstammung des Fettkörpers u. der Nephrocyten bei den Arthropoden. — Trav. Soc. Natural. Petersbourg, 37. köt., 270—272. lap.
23. PHILIPTSCHENKO J. A., 1908, Ueber den Fettkörper der schwarzen Küchenschabe (*Stylopyga orientalis*). — Rev. russe Entom., 7. köt., 188—189. lap, 14 képpel.
24. PHILIPTSCHENKO J. A., 1908, Beiträge zur Kenntniss der Apterygoten. Über die Kopfdrüsen der Thysanuren. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 91. köt., 93—111. lap.
25. PLOTNIKOW W., 1904, Ueber die Häutung u. über einige Elemente der Haut bei den Insekten. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 76. köt., 333—366. lap, 2 tábla.
26. SCHIMKEWITSCH W., 1894, Ueber die exkretorische Thätigkeit d. Mitteldarmes d. Würmer. — Biol. Centralblatt, 14. köt., 838—841. lap.
27. SCHNEIDER G., 1899, Über Phagocytose u. Excretion bei den Anneliden. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 66. köt., 497—520. lap, 35. tábla.
28. VERNON E., 1900, Beitrag zur Önocytenlitteratur. — Zool. Anz., 23. köt., 657—661. lap.
29. VERNON E., 1901, Dei tessuti ghiandolari che il Filugello alberga nei suoi vani circolatori. — Annuar, 28. Staz. Bacol. Padova, 1—16. lap.
30. VERNON E., 1911, Beitrag zur näheren Kenntnis der Häutung und der Häutungsdrüsen bei *Bombyx mori*. — Zeitschrift f. wiss. Zool., 97. köt., 457—480. lap, 21—22. tábla.
31. VERNON, E., 1911, Zur Kenntniss der Drüsenzellen (sogenannter innerer Secretion), welche in den Blutlacunen der Insecten vorkommen. — Zoolog. Anzeiger, XXXVIII. köt., 295. lap.
32. VIGIER H., 1901, Sur l'origine des parasomes ou pyrénosomes dans les cellules de la glande digestive de l'Ecrevisse. — C. R. Acad. Sc. Paris, 132. köt., 855—857. lap.
33. VIGNON, E., 1899, Critique de la théorie vésiculaire de la sécrétion. — Arch. Zool. Expér., (3), 7. köt., Notes, 17—25. lap.
34. VISART O., 1895, Contribuzione allo studio del sistema digerente degli Artropodi. — Bull. Soc. Natural. Napoli, 8. köt., 62—81. lap, 2—3. tábla.
35. WAGNER J., 1895, Contributions to the Phylogeny of the Arachnida. — On the position of the Acarina: The so-called Malpighian Tubes and the Respiratory Organs of the Arachnida. — Ann. Mag. N. H., (6), 15. köt., 285—315. lap.

D) Módszertani segédkönyvek.

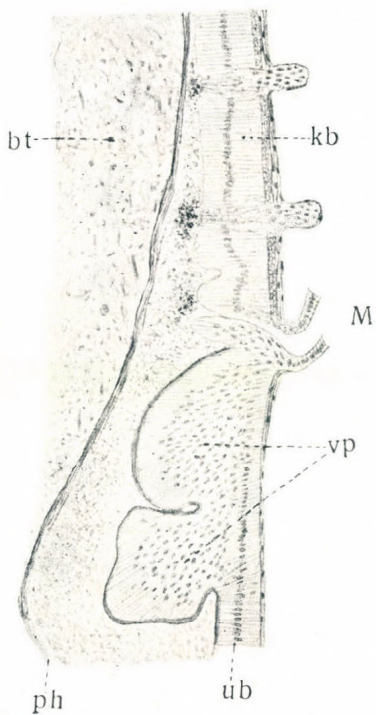
1. ABDERHALDEN E., 1910, Handbuch der Biochemischen Arbeitsmethoden, III. köt., Berlin—Wien, 1910.
 2. BEHRENS H., 1900, Mikrochemische Technik. Hamburg-Leipzig (Voss).
 3. BEHRENS H., 1899, Anleitung zur mikrochemischen Analyse Hamburg.
 4. HAUSHOFER K., 1885, Mikroskopische Reaktionen. Braunschweig.
 5. HOPPE-SEYLER'S Handbuch der Physiologisch- u. Pathologisch-Chemischen Analyse. Bearbeitet v. H. Thierfelder. 7. Auflage. Berlin, 1903.
 6. MAC MUNN C. A., 1886, Notes on a method of obtaining Uric Acid. crystals from the Malpighian tubes of Insects and from the Nephridium of Mollusca. — Journ. of Physiol., 7. köt., 128—129. lap.
 7. MANDEL JOHN A., 1897, Handbuch f. d. Physiologisch-Chemische Laboratorium. Berlin, 1897.
 8. OPPENHEIMER C., 1909—1911, Handbuch d. Biochemie des Menschen u. d. Tiere, III. köt., Jena.
 9. ZANDER, 1897, Prüfung auf Chitin. — Pflüger's Archiv f. ges. Physiol., 66. köt., 545. lap.
-



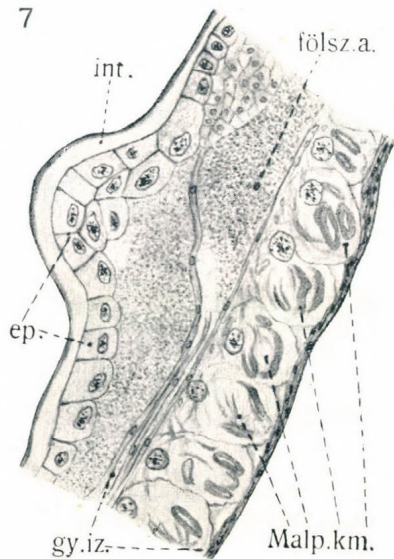
5



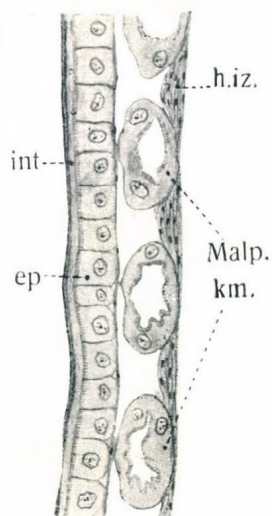
6

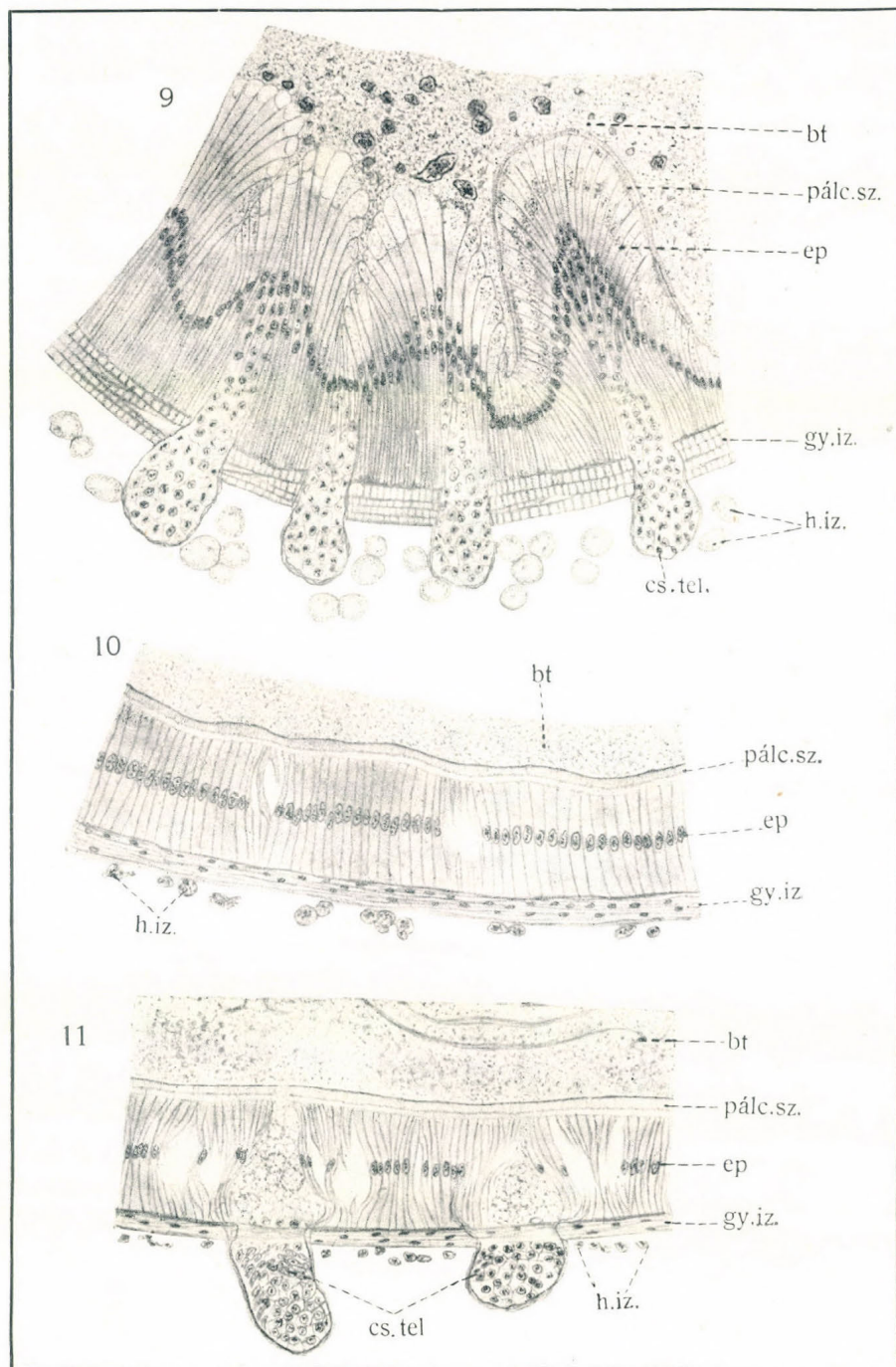


7

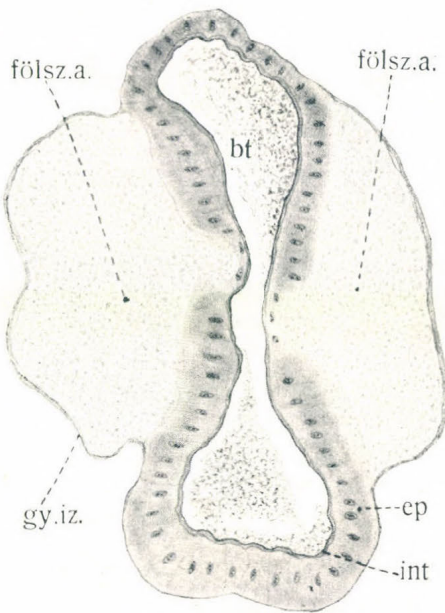


8

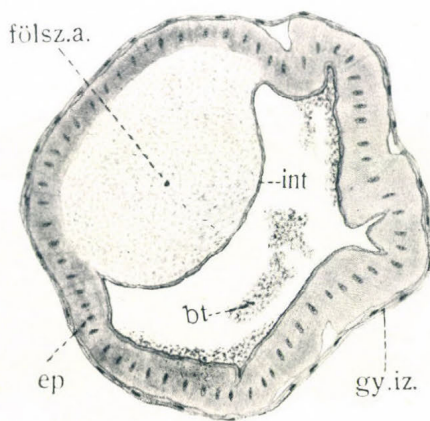




12



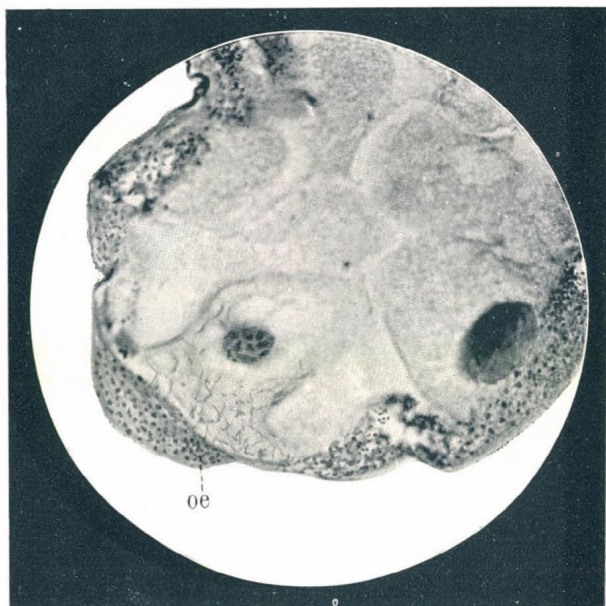
13



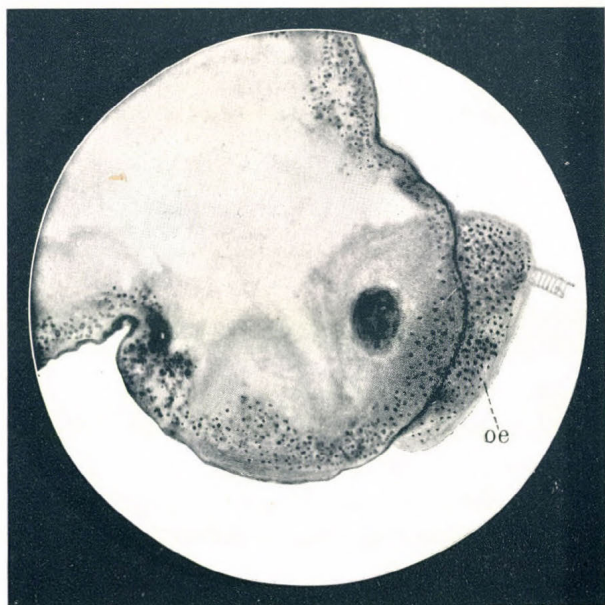
14

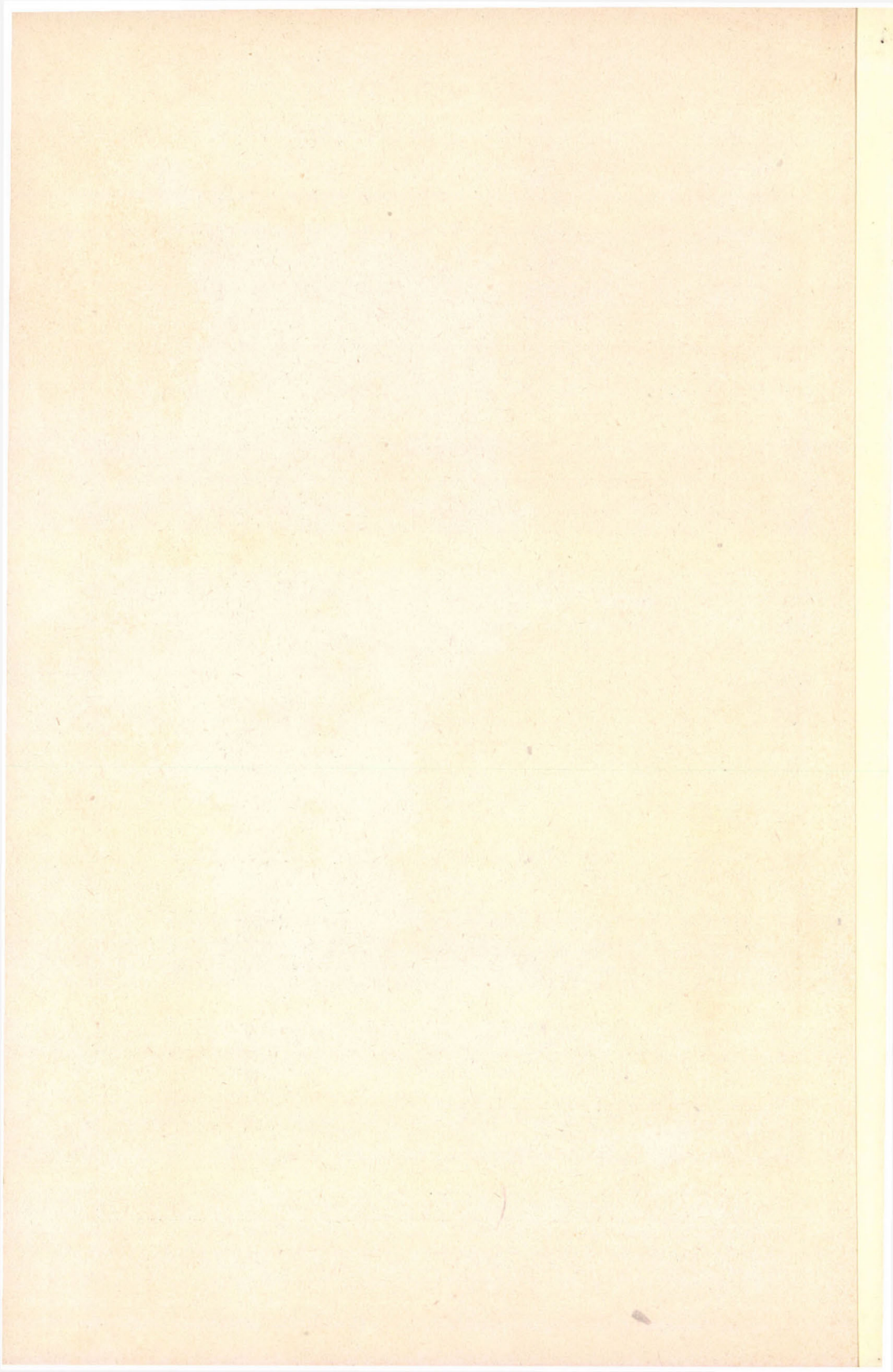


15

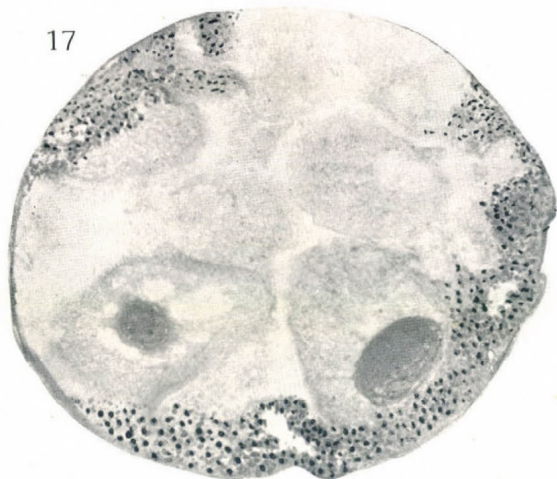


16





17



18



19



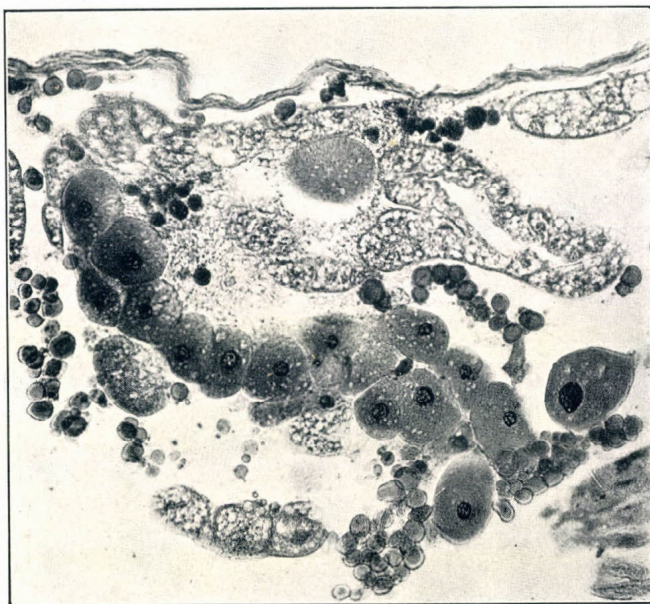
20

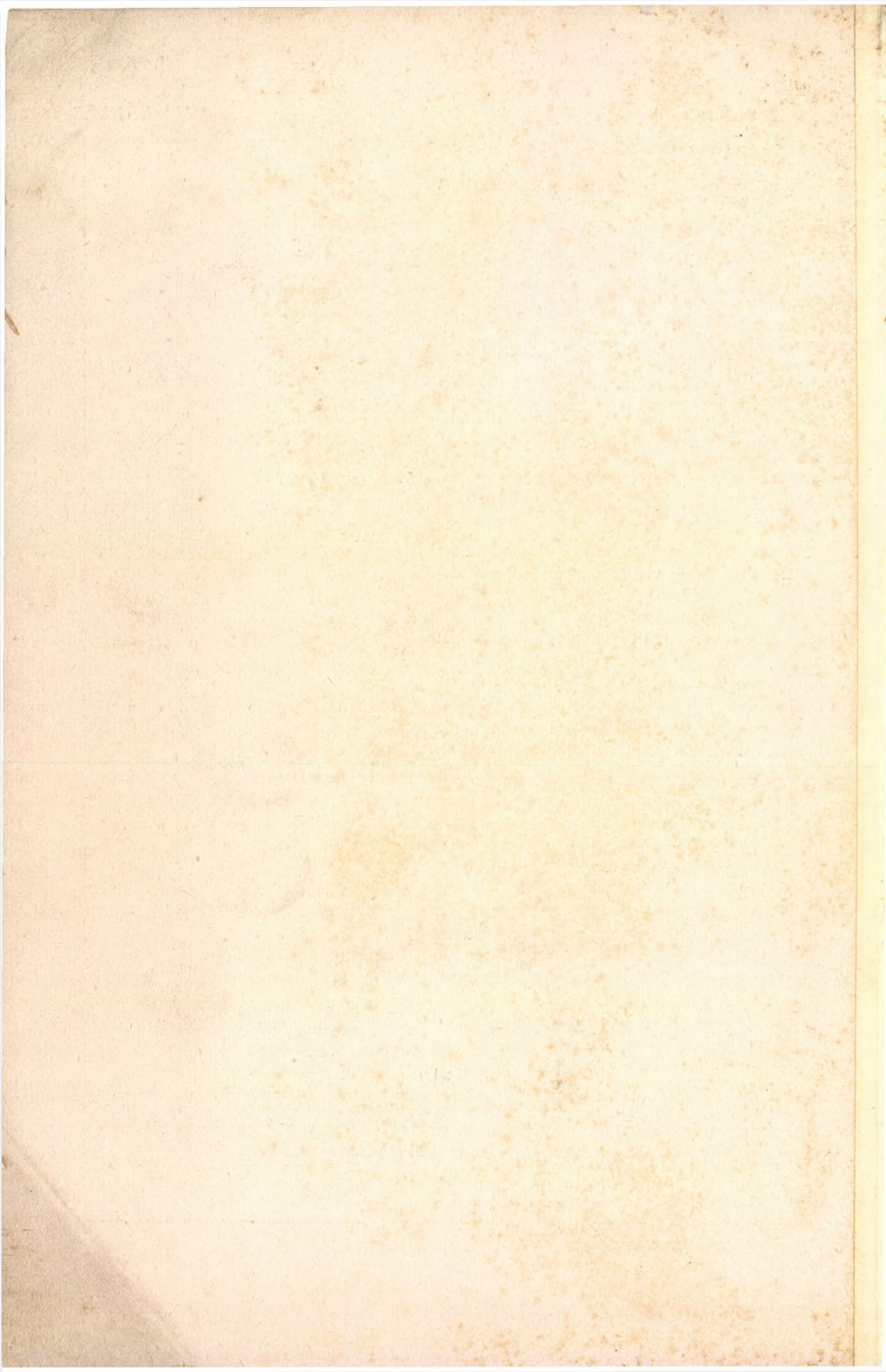


21



22





és környéke Flórájáról. — *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. — *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándulásról. — Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett füvészeti társas kirándulásról. — A helyszínen gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. — Új adatok Magyarország phanerogam virányához. — A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. — *Simkovics*: A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retyezáton gyűjtött májusi lombmohokról. — *Feichtinger*: 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkesekről. — *Lojka* Hugó: Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. — *Ludman* Ottó: Az 1872. tett társas kirándulás helyrajzi magasságmérési és légüneti tekintetben. — *Koch*: Előleges jelentés a sz.-endre-visegrádi Trachyt hegyesopornak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. — *Herman* Ottó: Frismatura leucocephala a magyar Ornisan. — *Mocsáry*: Adatok Biharmegye Faunájához. — *Kriesch*: Állattani utazásjelentések 1870. és 1872. évről. — Egy új halfaj. — Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló* Mátyás: A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. — *Molnár* János: Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. — *Lojka* Hugó: Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. — *Szabó* József: A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászatának leírása. — *Mocsáry* Sándor: Biharmegye téhely- és pikkelyröpüi. — *Simkovics* Lajos: Adatok Magyarhon edényes növényeihez. — Jelentés az 1873. évben Bánság területén tett növényteni kutatásokról. — Dr. *Szabó* József: Az abrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. — Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch*: Előleges jelentés a sz.-endre-visegrádi trachyt-hegyesopornak az 1874. év nyarán bevégzett részletes földtani vizsgálatáról. — *Lojka*: II. Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. — *Bolla*: Nehány új gombafaj Pozsony környékéről. — *Gesell*: Adatok a máramarosi m. kir. bányaigazgatósághoz tartozó, a megye és kerület részében fekvő vaskóbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. — *Frivaldszky*: Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. — Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslinszky*: Magyarhon has gombái (Gasteromycetes). — *Borbás*: Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« czimű czikrére. — *Ormay*: Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. — *Freyr*: Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. — *Mocsáry*: Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. — *Borbás*: Adatok a sárga virágú szegfűvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. — *Staub*: Phytophaeologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. — *Bernáth*: Adatok Magyarország ásvány-viz-isméjéhez. — *Scherfel*: Lejbicz kénfürdő kénészvizének vegytani elemzése. — *Frivaldszky*: Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. — Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub*: A vegetatio fejlődése Fiume környékén. — *Molnár*: A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. — *Bernáth*: A budai Kinizsi forrás viz vegyelemzése. — *Nendtvich*: A parádi Enargit. — *Mocsáry*: Bihar- és Hajdumegyék hártya-, kétréczés-, egyenes- és fölörpüi. — *Hazslinszky*: Magyarország üszökgombái és ragyái. — *Staub*: Fiume és legközelebbi vidékének floristiku viszonyai. — *Borbás*: Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. — *Borbás*: Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztféllei. — Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslinszky*: Új adatok Magyarhon gombavirányához. — *Koch*: Az Aranyhegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. — *Ortvay*: A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. — *Rik*: Az erdőbényei vas-timsós ásványviz vegyelemzése. — *Ilosvay*: A luhii Margit-forrás vegytani elemzése. — *Borbás*: Vizsgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. — *Gesell*: A vörösvágás-dubniki opálbányák földtani viszonyai. — *Mocsáry*: Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. — *Borbás*: Floristikai közlemények. — *Galgóczy*: Az alföldi aszályosság legvalószínűbb okai és hatásának természet szerű

mérséklése. — *Nendtvich*: A Stubnai hévíz. — *Molnár*: »Aeskulap« budai új keserűvíz vegytani elemzése. — *Ludmann*: Kivonat a Vihorlet trachythegységnek topographikus leírásából. — *Szabó*: Adatok a moraviczi ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. — *Bernáth*: A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry*: Újabb adatok Temes megye hártárpü faunájához. — *Simkovic*: Nagyvárad és a Sebes-Körös felsőb vidéke. — *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. — *Borbás*: A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kísérlete. — *Örley*: A magyarországi oligochaeták faunája. — *Roth*: Szepes megye néhány barlangjának leírása. — Ára 8 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry*: A magyar fauna másnemű darázsai. — *Hidegh*: Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. — *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. II. és III. rész. — Ára 7 kor. — **XVIII. kötet.** *Staub*: Magyarország phaenologiai térképe. — *Staub*: Az állandó melegösszegek és alkali azásuk a Magyarország éjszaki felföldjén tett phytphaenologiai megfigyelésekre. — *Téglás*: Egy új esontbarlang Toroczko vidékén, a bedellői határban. — *Chyzer*: Zemplén megye ásványvizei. — *Parádi*: Jelentés az erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéről. — *Tömösváry*: Adatok hazánk thysanura faunájához. — *Tömösváry*: A magyar fauna álskorpiai. — *Schaarschmidt*: Tanulmányok a magyarhoni desmidiaceákról. — *Roth*: Jelentés az eperjes-tokaji hegylánc éjszaki részében tett utazásról. — *Lovassy*: Adatok Gömör megye madárfaunájához. — *Primics*: A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközetek. — *Tömösváry*: A hazánkban előforduló heterognathák. — Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás*: A Buhaj nevű esontbarlang Stajerlak-Anina határában. — *Dr. Daday*: Új adatok a keresek férgek ismeretéhez. — *Dr. Tömösváry*: Újabb adatok hazánk thysanura faunájához. — *Hazslinszky*: Előmunkálatok Magyarhón gombavirányához. — *Dr. Daday*: A Magyarországon eddig talált élő evezőlábu rákok magánrajza. — *Hazay*: Az éjszaki Kárpátok és vidékének mollusca faunája. — *Mocsáry*: Jellemző adatok Erdély hártárpü rovarainak faunájához. — Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka J.*: Ásvány-elemzések. — *Dr. Lendl*: Tanulmány az Epeira cucurbitana CL., E. Alpica L. K. és E. inconspicua E. S. nevű fajokról. — *Dr. Weszelowszky*: Éghajlati viszonyok Árvaváralján, 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Dr. Onodi A.*: Adatok a gége beidegzésének boncztanához, élettanához és kórtanához. 4 tábla rajzzal. — Ára 4 kor. — **XXVII. kötet.** *Heggyfok K.*: Folyóink vizállása és a csapadék. — Ára 3 kor. — *Dr. Lörenthey Imre*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. — Ára 6 kor. — *Heggyfok Kabos*: A felhőzet a magyar szent korona országában. — Ára 6 kor. — *Dr. Filarszky Nándor*: Adatok a Pieninek moszatvegetatiójához. — Ára 1 kor. 60 fill. — *Dr. Lörenthey Imre*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. — Ára 1 kor. — **XXVIII. kötet.** *Onody Adolf*: A gége idegeinek boncztana és élettana. — Ára 3 kor. — *Dr. Ivizitska B.*: A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. — Ára 3 kor. — *Dr. Sóbányi Gyula*: A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. — Ára 5 kor. — *Gombocz Endre*: Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. — Ára 3 kor. — **XXIX. kötet.** *Sigmund Elek*: A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 4 kor. — *Lörenthey Imre*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. — *Bernátsky Jenő*: A hazai asparagusfélék monographiája, 1907. Ára 3 korona. — *Iff. Entz Géza*: A tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre*: A populus-nem monographiája, 1908. Ára 6 kor. — *Méhely Lajos*: Prosalax prisceus (NHRG), 1908. Ára 80 fill. — *Péterfi Márton*: Adatok a Bihar-hegység mohá-flórájának ismeretéhez, 1908. Ára 1 kor. 50 fill. — *Dr. Mauritz Béla*: A Mátra-hegység eruptív kőzetei, 1909. Ára 2 kor. 40 fill. — *Gáti Béla*: Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről, 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán*: A Knautia genu monographiája, 1911. Ára 10 kor.